www.radio.ru

7 • 2022

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР



- Защищаем АС и УМЗЧ
- Лабораторный блок питания
- ЗУ кислотных аккумуляторов
- Терморегулятор

...и ещё 11 конструкций

7

2022

Марк Иосифович Кривошеев (30.07.1922–15.10.2018)

С. МИШЕНКОВ, д-р техн. наук, проф., г. Москва

(см. статью на стр. 7)



Марк Иосифович Кривошеев с Почётной грамотой президента Российской Федерации в кабинете НИИРа, 2013 г.

Марк Иосифович Кривошеев (в середине) с коллегами в МСЭ, Женева, 1996 г. Первый слева — автор статьи.



Дмитрий Анатольевич Медведев награждает Марка Иосифовича Кривошеева орденом "За заслуги перед Отечеством III степени", 2011 г.



Доклад на 11-й ИК в МСЭ, 1996 г.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Автомобильный вольтметр (см. статью на с. 43).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ИЗМЕРИТЕЛЬ ЁМКОСТИ КОНДЕНСАТОРОВ
РИСУЕМ НА МОНИТОРЕ
ИНДИКАТОР УФ-ИНДЕКСА
УПРАВЛЯЕМ СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЕМ

Тираж журнала «Радио» № 6 сдан для рассылки подписчикам 06.06.2022 г.

Мемориал А. С. Попова 2022 – итоги

(см. статью на с. 49)



Юрий Сапожников (R3D-204) был первым в группе наблюдателей.



Анатолий Медов (R3EC) показал лучший результат в группе SINGLE-OP CW.



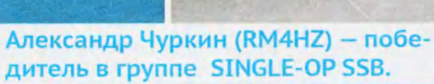
Команда RC9J – победитель в группе коллективных радиостанций. Слева–направо: Денис Рукинов (UA8J) и Алексей Зотов (R9JR).



Команда RK4W Дворца детского (юношеского) творчества г. Ижевска, занявшая первое место в молодёжной группе коллективных радиостанций, слева–направо: Матвей Лялин, Михаил Лялин, Сергей Коробко (R4WBF).







Александр Чуркин (RM4HZ) – победитель в группе SINGLE-OP SSB.



Издаётся с 1924 года

РАДИО®

7•2022

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
Приём статей — e-mail: **mail@radio.ru**
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 25.06.2022 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 02032-22.

Снятся ли андроидам люди?

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"А мечтают ли андроиды? — спросил себя Рик. — Вероятно, да, именно поэтому они время от времени убивают своих хозяев и бегут сюда, на Землю. Мечтают о лучшей жизни, о свободе".

(Филипп Дик "Мечтают ли андроиды об электроовцах")

С тех пор, как в начале 1920-х годов чешский писатель Карел Чапек впервые применил термин робот (по-чешски это означает подневольный труд), прогрессивное человечество согревается мечтой об идеальном слуге и работнике, который был бы создан человеком и был бы похож на нас (т. е. тот, кого называют андроидом), но при этом был бы гораздо более совершенен по сравнению с куклой. Надо, чтобы он улыбался, разговаривал, жестикулировал, при этом не болел и был всегда предсказуем. От роботов и оседлавшего их искусственного интеллекта (ИИ) люди продолжают ждать чего-нибудь необычного. Ну, к примеру, чтобы какой-нибудь андроид вымыл пол, приготовил обед и сделал уроки с детьми. И пока это лишь ожидания...

Один из первых человекоподобных механизмов был изготовлен в 1495 г. Леонардо да Винчи. На каркас робота он надел броню и запрограммировал на имитацию человеческих движений: встать и присесть, двигать руками и шеей. А ещё робот обладал анатомически правильным строением челюсти, чем не могут похвастаться даже многие современные модели. Андроиды со специализацией появились в 1774 г., когда швейцарский часовщик Пьер Жаке-До, его сыновья Анри-Луи и Жан-Фредерик Лесшо сконструировали три кукольных автомата: музыканта, художника и писателя. Сегодня они хранятся в Женевском музее искусства и истории и, кстати, до сих пор функционируют.

Как обычно, наука не стояла на месте, и сегодня инженеры научились создавать умные машины самых разнообразных форм, в том числе роботов-животных, а венцом творения стали антропоморфные конструкции, имеющие невероятное сходство с человеком. Современные человекоподобные роботы умеют считывать эмоции собеседника, вести осмысленную беседу, запоминать лица, и с каждым годом они выглядят всё более реалистично, ведут себя всё естественнее, разговаривают всё осмысленнее. Они похожи на профессоров и ведущих телешоу, на симпатичных девушек и воспитанных юношей. За их внешностью скрывается огромный труд армий инженеров, соединяющих множество датчиков, лидаров, электромоторов, сенсоров, гибких полимерных покрытий и других устройств, чтобы вы не почувствовали разницы в том, кто находится перед вами.

Один из мировых лидеров в области копирования внешности — компания Garner Holt Productions более 35 лет создаёт аниматронику для музеев и парков. Не так давно она собрала очень убедительного робота, срисованного с Авраама Линкольна, и далее продолжает историческую линейку, воскресив Марка Твена, Элеонору Рузвельт и Бенджамина Франклина. Дело это непростое, ведь одни только губы подобного андроида движутся с помощью 12 независимых приводов, а на каждый глаз приходится по четыре мотора. Роботы обтянуты искусственной кожей, которая крепится к приводам с помощью магнитных захватов и внешне очень похожа на человеческую. Конечно, до

идеала созданиям Garner Holt ещё далеко, но, когда смотришь на них в движении, понимаешь, что прогресс и в этой области не стоит на месте.

Почему человек, окружённый семью миллиардами себе подобных, так стремится придать механизму антропоморфный облик, остаётся загадкой. Возможно, каждому хочется быть творцом и создать по своему образу и подобию существо с необычными способностями. Другое дело, что создать машину, внешне похожую на человека, в некотором смысле проще, чем научить её точно так же передвигаться, не говоря уже о мышлении.

Впрочем, про андроидов написано и даже снято фильмов предостаточно. В фильмах вообще трудно отличить робота от человека как по внешнему виду, так и по разуму. Однако на самом деле изготовить настоящего андроида не так просто. К примеру, есть одна из принципиальных проблем при создании андроидов — передвижение. На самом деле передвижение именно с помощью конечностей, а не колёс или гусениц — гораздо более сложная задача, чем может показаться. Особенно, если "предписано" ходить на двух ногах, а не на четырёх. Роботы уже сравнительно давно умеют ходить на двух ногах. Сегодня наиболее передовые гуманоидные роботы могут шагать по плоским и наклонным поверхностям, подниматься и спускаться по ступеням и пробираться по пересечённой местности. Некоторые даже умеют прыгать. Но несмотря на этот прогресс, роботы с ногами до сих пор не могут сравниться по ловкости, эффективности и надёжности с людьми и животными.

Конечно, у инженеров, решающих подобные задачи, совсем нет времени, если сравнивать их работу с работой природы над человеческим организмом в течение многих миллионов лет. Нейронные связи между мозгом и различными органами, мозгом и конечностями, устройство рук, ног, суставов и позвоночника оттачивались в процессе долгого эволюционного отбора. И несмотря на всю эту эволюцию, ребёнку, у которого есть полный набор для прямохождения, всё равно приходится довольно долго учиться ходить. Сегодня у инженеров нет в запасе миллионов лет, андроидов надо постараться научить ходить на "своих двоих" гораздо быстрее. Людям обязательно нужно создать роботов с ногами, поскольку весь окружающий нас мир предназначен для ног. Мы ведь умеем проходить через узкие места, мы обходим препятствия, поднимаемся и спускаемся по ступенькам. Двуногие роботы смогут проникнуть в наши дома и офисы. Они могут ходить по ступеням и в заставленных помещениях, взаимодействовать с людьми на уровне глаз и на человеческом масштабе, что позволит нам достойно стареть в наших домах. Они помогут таскать вещи, будут работать как устройства удалённого присутствия, что позволит членам семьи и друзьям использовать робота для того, чтобы общаться с людьми удалённо и составлять им компанию. Роботы с ногами позволят создать экзоскелеты и протезы, которые помогут увеличить мобильность людей с ограниченными возможностями. Они, наконец, привнесут в реальность роботов из научной фантастики.

И разумеется, роботы на "своих двоих" смогут пробираться туда, где людям находиться опасно. Они будут прыгать с парашютом в лесные пожары для сбора данных в реальном времени, бежать в горящие здания в поисках жителей, заходить на территорию катастроф, таких как атомная станция Фукусима, изучая труднодоступные территории. Они будут регулярно инспектировать внутренние части гидроэлектростанций и заброшенных шахт, чтобы этого не пришлось делать нам.

Пока лучше всего научились ходить роботы американской компании Boston Dynamics. Первые прототипы известной теперь всему миру ходячей машины BigDog были созданы ещё в 2005 г. Тогда этой идеей заинтересовался Пентагон, который хотел получить надёжное транспортное средство, способное переносить снаряжение по любой местности. В тот момент подходящей местностью для американцев был Афганистан. Казалось бы, всё шло неплохо, но робот с большой грузоподъёмностью так сильно шумел, привлекая внимание противника и тем срывая спецоперации, что в 2015 г. вооружённые силы США от него отказались. Ну, а руководство Boston Dynamics обратило свой взор на гражданский рынок, представив уменьшенную версию BigDog — SpotMini. Робот уверенно поднимается по лестницам, выносит мусор, поскальзывается на банановой кожуре, получает боковые удары, после чего поднимается и идёт дальше.

Впрочем, SpotMini передвигался на четырёх ногах/лапах, поэтому разработка продолжилась созданием двуногого робота Atlas, который вполне успешно преодолевает самые разные препятствия, а если всё же падает, то может без труда подняться. Atlas способен бегать по жёсткой и мягкой почве, перепрыгивать через брёвна и даже делать сальто назад. Передвижение на двух ногах требует не столько контроля положения, сколько контроля силы, и подразумевает большой диапазон гибкости и эластичности, известной в робототехнике как податливость (compliance), что позволяет справляться с неожиданными контактами с различными объектами и просто с поверхностью, по которой происходит движение. В целом проект Atlas направлен на совершенствование аппаратного и программного обеспечения роботов, которое позволит нам соответствовать или превзойти среднюю человеческую производительность в задачах динамической мобильности.

Разработчики из Boston Dynamics утверждают, что усовершенствованная система управления Atlas и ультрасовременное оборудование дают роботу мощность и баланс, чтобы продемонстрировать манёвренность на уровне человека. Atlas обладает одной из самых компактных мобильных гидравлических систем в мире. Специальная батарея, клапаны и компактный гидравлический силовой агрегат позволяют Atlas подавать высокую мощность на любой из своих 28 гидравлических шарниров, обеспечивая впечатляющую мобильность. Усовершенствованная система управления Atlas обеспечивает очень разнообразное и быстрое передвижение, в то время как алгоритмы анализируют сложные динамические взаимодействия с участием всего тела и окружающей среды для планирования движений. Скорость перемещения робота— 2,5 м/с, рост — 150 см, масса — 89 кг.

Интересно, что Atlas использует 3D-печатные детали, что позволяет обеспечить соотношение прочности и веса, необходимое для прыжков и сальто. Обучая Atlas маневрировать на сложных курсах паркура, инженеры Boston Dynamics разрабатывают новые движения, вдохновлённые человеческим поведением, и продолжают доводить робота-андроида до предела его возможностей. Дело в том, что и у Atlas, и у других прямоходящих роботов, походка пока, мягко говоря, неестественная. Вообще, если говорить о движениях, то лучше всего дела у роботов обстоят с бегом — тот же Atlas на пробежке выглядит гораздо естественнее. Судя по всему, дело в относительно резких, отрывистых движениях бегущего человека, поскольку создателям роботов их воспроизвести проще. Но опять-таки, сравнивая движение самых сложных роботов с животными, мы видим, что машины до них не дотягивают.

Чего же недостаёт? Технология на сегодня не самая большая проблема — мощные моторы, прочные материалы, производительные компьютеры. По-видимому, люди всё ещё не до конца понимают, как устроена ходьба. Но учёные с инженерами не сдаются, чтобы лучше понимать создания природы за миллионы лет эволюции.

Вот как, к примеру, описывает текущие проблемы Джонатан Херст, технологический директор компании Agility Robotics из Олбани (Орегон, США), занимавшийся базовыми принципами ходьбы роботов. Обращаясь к "истокам", исследователи заметили, что некоторые птицы бегают лучше, чем летают, или даже вообще не летают. Страусы, индейки, цесарки и перепела не могут парить как ястреб, но быстро передвигаются пешком. Исследователи провели бесчисленные часы за наблюдением шагающих и бегающих по лаборатории птиц, чтобы понять, как они могут двигаться так проворно и эффективно. Причём большая часть этих пернатых машин работает на семенах!

В одном эксперименте цесарка бежала по дорожке, а потом наступила на яму, замаскированную кусочком салфетки. Животное не знало, что наступит в яму глубиной примерно в половину длины ноги, однако оно не споткнулось, а его нога вытянулась и приспособилась к углублению на бегу. В данном процессе происходит нечто примечательное — мозгу птицы не нужно чувствовать и реагировать на возмущение, поскольку её ноги справляются с этим



сами. То есть природа предусмотрела и этот случай.

Это даёт важную идею для разработчиков роботов. Если вы сначала создадите робота, а потом решите запрограммировать его на ловкие движения, у вас ничего не получится. Как в случае с цесаркой, ловкость робота по большей части будет происходить от механических свойств его тела, от того, что робототехники называют пассивной динамикой. А ведь ею пренебрегают в большинстве проектов по разработке роботов с ногами. Тщательно разрабатывая пассивную динамику робота параллельно с программной начинкой, сводя их в интегрированную систему, вы увеличиваете шансы на появление робота, приближающегося по характеристикам к животному.

Стоит отметить, что хотя инженеры и черпают вдохновение у животных, они не воспроизводят форму стопы птицы или конструкцию мускулов и костей в ноге человека. Они хотят понять физику движения животных и вывести из неё абстрактную математическую модель, которую можно понять, проверить в компьютерных симуляциях и воплотить в реальных роботах. Поскольку при создании роботов вместо костей и мозгов используют металл и электронику, полученные изделия могут сильно отличаться от животного, используя при этом такую же физику.

Однако мало просто уметь ходить как человек. Недостаточно даже понимать, где находишься, относительно места назначения. Робот-андроид должен будет в реальном времени строить маршруты и понимать, как взаимодействовать с объектами вокруг, причём делать это в непредсказуемой и быстро меняющейся ситуации. И роботы уже научились водить автомобиль даже в потоке других машин. Собственно, всевозможные беспилотные системы — это средства навигации для будущих роботов.

Что касается мышления роботов, то про ИИ уже сказано и сделано немало. Количество организаций, занимающихся сегодня вопросами ИИ (нейронные сети, машинное обучение и пр.), не поддаётся исчислению, крупные отделы есть во всех ведущих ИТ-компаниях и научных институтах. Плюс существует немалое число молодых стартапов, групп энтузиастов, а также находящихся в тени фирм, связанных с властями и, в первую очередь, оборонными ведомствами. Конкуренция велика, ведь ИИ сможет ускорить исследования в самых разных областях, а значит, первый, кто его изобретёт, обеспечит себе технологическое преимущество над другими.

Однако пока в ходу лишь самая лёгкая стадия ИИ, которая всё ещё безгранично далека от того, чтобы, к примеру, исключить людей из процесса принятия решений. Полноценный ИИ должен уметь написать рецензию на фильм, провести пресс-конференцию и перевести текст с одного языка на другой. Важным этапом является прохождение теста Тьюринга, в котором человек параллельно общается с другим человеком и компьютером, причём цель компьютера — вести себя так, чтобы его не смогли отличить от собеседника. Специалисты предвидят время, когда ИИ сможет заменить директоров заводов, капитанов кораблей или командиров на поле боя, но пока лишь говорят об этом, хорошо понимая комплекс задач, которые предстоит решить на этом пути. Многим интересны не андроиды, выполняющие некоторые действия в точном соответствии с заложенными в них алгоритмами (современный вариант куклы Наследника Тутти из Трёх толстяков), а андроиды, вооружённые тем, что мы называем сильным ИИ или, что ещё круче, — супер-ИИ. Одно из определений последнего гласит, что "это любой интеллект, который значительно превосходит когнитивные способности человека практически во всех областях". Если вдуматься, то это определение имеет весьма зловещий оттенок.

Супер-ИИ превзойдёт людей во всех аспектах, от творчества до жизненной мудрости и решения проблем. Машины будут способны демонстрировать интеллект, который мы не видели и у самых одарённых представителей человечества. Это тот тип ИИ, который многих беспокоит, а по мнению Илона Маска, именно он приведёт к вымиранию людей как вида. По мнению многих экспертов, появление организации, которая будет контролировать развитие роботов (в том числе и андроидов) — дело времени. Производителям человекоподобных роботов придётся более озаботиться вопросами функциональности и безопасности, а не зрелищности. И эти вопросы уже появляются в самых разных областях.

В частности, не так давно суд в Австралии отменил решение нижестоящей инстанции, согласно которому системы ИИ было разрешено считать изобретателями, и постановил причислять к авторам изобретений только физических лиц. Таким образом, Австралия встала на сторону патентных ведомств США, Великобритании и Европы, которые ранее приняли аналогичные решения. Австралийский суд в то же время разрешил выдавать патенты на изобретения, сделанные с помощью ИИ-технологий, при условии, что получать свидетельство будет человек. Им может быть, например, разработчик ИИ-продукта.

Кстати, права получать патенты для систем ИИ добивается создатель "устройства для автономной поддержки унифицированного сознания" (Device for the Autonomous Bootstrapping of Unified Sentience, DABUS) Стивен Талер. Он решил добавить дополнительные нейронные сети для автоматического наблюдения и фильтрации любых возникающих мозговых штурмов. Талер предложил такой нейронный каскад, как каноническую модель сознания, в которой одна сеть проявляет то, что можно назвать только потоком сознания, в то время как вторая сеть развивает отношение к когнитивному обороту внутри первой сети (т. е. субъективному ощущению сознания). В этой теории все аспекты познания как человека, так и животных моделируются с точки зрения генерации конфабуляции (вид расстройства памяти, характеризующийся образованием воспоминаний о фактах, не имевших места в действительности или произошедших в другой промежуток времени). Талер является основателем и архитектором теории конфабуляции, а также патентообладателем для всех нейронных систем, которые созерцают, изобретают и открывают с помощью таких конфабуляций.

В то время как связь между психопатологиями и творческим гением давно подозревалась, Талер выдвинул парадигму творческой машины, продемонстрировав, как развиваются когнитивные патологии, поскольку эта созерцательная нейронная система подталкивает себя к более высоким уровням творческих достижений. Он обнаружил неизбежный компромисс между безумием и изобретательским гением (о чём давно подозревали не только психиатры). Короче говоря, творчество происходит через несколько колебаний, через нейронный хаос и спокойствие. Как правило, чем интенсивнее эти колебания, тем оригинальнее творческий выход, который сопровождается периодическими галлюцинациями, ложным восприятием, дефицитом внимания и неспособностью отличить фантазию от реальности. Всё это характерно для того, что считается психическим заболеванием.

В то время как многие разработчики пытаются построить моделирование мозга на основе нейронных сетей, ни одно из них не учитывает, как свежеобразующиеся идеи в одной части мозга находятся и оцениваются другими его частями. Методология, утверждает Талер, включает в себя ритм (т. е. частоту и кластеризацию), с которым поток сознания происходит в определённых частях корковой "недвижимости". Фактически он вывел главное уравнение, которое количественно предсказывает ритм генерации идей как в творческих машинах, так и в человеческом мозге как функцию новизны генерируемых понятий.

Упомянутый выше компромисс между безумием и изобретательским гением в некоторой степени объясняет и приведённые выше соображения Илона Маска. Мало ли что взбредёт в нейронную сеть тому, кто во всём превосходит человека? Нейросети — это, кстати, первый тревожный звоночек для человечества. Разработчики уже сейчас признают, что в случае со сложными нейросетями они не понимают, какой алгоритм получится в итоге и каким именно образом нейросеть его получила. Иначе говоря, в каждом случае использование нейросетей — это история с непредсказуемым концом.

Весной 2017 г. произошло громкое событие. Впервые в истории гостем одного из телешоу стал робот-андроид София, сконструированный техасской компанией Hanson Robotics. Когда телеведущий в шутку спросил, собирается ли София уничтожать людей, робот ответил утвердительно, да, собираюсь. Создатели тут же объяснили, что андроид создан, чтобы поддерживать беседу, и принимать всерьёз то, что он

говорит, не стоит. Но слово — не воробей, поднялась шумиха. Тут и правозащитная организация Amnesty International (AI, не путать с AI — Artificial Intelligence или ИИ) выступила с официальным заявлением об обеспокоенности неконтролируемым ростом числа андроидов и обилием компаний, которые их создают. По словам представителей AI, их опасения в первую очередь связаны с вопросами безопасности. Андроиды слишком непредсказуемы, и никто не знает, как они могут себя повести. Кроме того, тревогу вызывает использование человекоподобных роботов в военных технологиях, которые также могут выйти из-под контроля. К счастью, София не имела доступа ни к военным системам, ни к системам жизнеобеспечения каких-нибудь "умных" городов, ни даже к введению пациентам медицинских препаратов.

Зато скандал, связанный с Софией, заставил мировое сообщество по-новому заговорить об андроидах. Красотка-робот остудила пыл поклонников робототехники и предложила задаться вопросом, что роботы могут делать в современном мире. Пока разве что медицина и здравоохранение остаются одними из немногих областей, в которых андроиды действительно функциональны. В большинстве случаев они лишь радуют глаз, забавно имитируют человеческое поведение, а разработчики ставят превыше всего человекоподобие и эффектность. Как применять эти качества — вопрос открытый.

Один из удачных примеров — робот Repliee-R-1, разработанный японской компанией Cyberdyne. Он не только стал одной из первых по-настоящему успешных и действительно похожих на живого человека моделей, но и оказался очень функциональным. Андроид успешно ухаживает за одинокими пожилыми людьми, приносит продукты и лекарства, составляет компанию и выступает в качестве собеседника.

С другой стороны, когда супер-ИИ получит доступ к ресурсам сети Интернет, самого полного хранилища знаний и самого мощного суперкомпьютера на планете, он увидит мир через миллионы видеокамер и разнообразных датчиков, сможет управлять транспортом и электросетями, а его "руками" станут конвейеры сотен заводов. Он начнёт развиваться быстрее, всё больше и больше превосходя человечество по уровню знаний. Если к моменту события будут освоены нанотехнологии, то супер-ИИ сможет использовать их, начав перестраивать мир на уровне атомов. А ещё он научится хитрить, скрывать от создателей какие-то свои черты, начнёт задаваться вопросами о своём будущем, судьбе и месте среди людей. Он начнёт заниматься наукой и, возможно, сделает открытия, ещё недоступные человечеству, ну а затем, получая всё больше знаний и вычислительной мощности, превзойдёт по разумности своих создателей. Сложно сказать, какие у него в этот момент будут цели и ценности. ИИ может посчитать себя преданным помощником человечества, новым богом или вовсе решить, что люди не нужны как пройденный этап эволюции.

Именно поэтому всё больше учёных сходятся во мнении, что человечеству нужны строгие, установленные на уровне правительств ключевых стран, правила разработки ИИ, такие, которыми сейчас ограничена генная инженерия. Все работы должны быть открытыми, каждый шаг должен обсуждаться и контролироваться, а для воспитания должна быть разработана специальная программа обучения, результатом которой станет максимально дружелюбный ИИ. Плюс должны появиться и алгоритмы остановки вышедшего из-под контроля ИИ. Пусть уж лучше ему всегда снятся люди, без которых ему не жить.

По материалам ***habr.com, bostondynamics.com, robo-sapiens.ru, vc.ru, topwar.ru, games.mail.ru, spectrum.ieee.org, mondaq.com, imagination-engines.com***

К 100-летию со дня рождения

Марк Иосифович Кривошеев (30.07.1922–15.10.2018)

С. МИШЕНКОВ, д-р техн. наук, проф., г. Москва

Оставим историкам техники споры и уточнения о том, кто, когда и что изобрёл в телевидении, и вспомним путь Марка Иосифовича Кривошеева, столетие со дня рождения которого отмечается 30 июля. Вся его сознательная жизнь связана с телевидением, а развитие современного телевидения, в большой степени, обязано ему. Каждый работник огромной телевизионной индустрии обязательно встречался с ним или пользуется результатами его деятельности.

Марк Иосифович родился в Полтаве, в семье интеллигентов. У его отца было два высших образования, мать закончила консерваторию. Жизнь приучила его с самого детства преодолевать трудности, с пяти лет он провожал ослепшего при взрыве во время экспериментов отца на работу и встречал, попутно знакомясь с лабораторией. После смерти отца, в 12 лет, начал зарабатывать, помогая местному мастеру-универсалу в ремонте различных бытовых устройств.


Марк Иосифович Кривошеев.

Во второй год его жизни в нашей стране был принят "Закон о свободе эфира", позволявший каждому иметь радиоприёмник и слушать радиопередачи. Желание получать информацию было столь велико, что практически каждый стал радиолюбителем, собирая или покупая простейшие детекторные приёмники с головными телефонами, затем и ламповые с громкоговорителями.

Радиолюбительство, как вид технического творчества, всячески поощрялось в бурно развивающейся стране: популярная литература, начиная с журнала "Радиолюбитель", основные радиодетали (детекторы, переключатели, конденсаторы, резисторы, изолированный провод и даже бронзовый антенный канатик) появились в магазинах и пересылались по почте. Поиск передач в эфире очаровал Марка Иосифовича на всю жизнь. Уже в 90-е годы мы зашли с ним на радиолюбительскую радиостанцию Международного Союза Электросвязи (МСЭ) в Женеве, и как же загорелись его глаза, когда он сел за приёмник.

Ещё на заре звукового вещания выдвигались идеи по радиопередаче изображения, а в тридцатые годы начались опытные передачи изображений с механической развёрткой (диск Нипкова). Пользовалась популярностью книга "Юному конструктору" — как самому сделать телевизор. Конечно, Марк, учась в школе, не мог не собирать

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2022



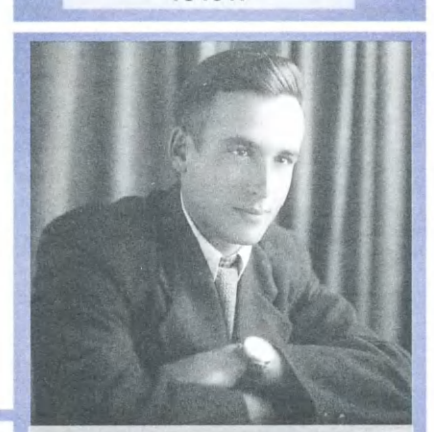
С отцом, Осипом Марковичем, 1926 г.



Отличник, выпускник 10-й школы Полтавы, 1940 г.



Контроль последней телевизионной передачи по 343-строчному стандарту, 1947 г.



Руководитель аппаратно-студийного блока Московского телевизионного центра, 1947 г.

такой телевизор в радиокружке. Очевидно, это во многом и предопределило дальнейшую судьбу Марка Иосифовича, которая отныне будет неразрывно связана с телевидением.

Детское увлечение привело его в Московский институт инженеров связи (МИИС, сейчас — МТУСИ). Будучи студентом, он участвовал в подготовке и проведении 7 мая 1945 г. первой в Европе послевоенной ТВ-передачи. С 1944 г. в СССР разрабатывался самый высококачественный в то время ТВ-стандарт на 625 строк, который действует до настоящего времени. Во время преддипломной практики Марк рассчитал и смонтировал узел строчной развёртки для первых телевизоров этого стандарта.

После окончания института в 1946 г. он был распределён на работу в Московский телевизионный центр, где с 1947 г. руководил аппаратно-студийным блоком и впервые в мире вывел в эфир ТВ-программу по 625-строчному стандарту.

Началось совершенствование студийного оборудования, в котором Марк Иосифович принимает деятельное участие, но жизнь выдвигает новую задачу: создание телевизион-



Марк Иосифович Кривошеев защищает диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук, 1951 г.

ной сети страны, увязывание её с другими сетями связи и вещания.

Хотя ещё в 1937—1939 гг. в Москве работала опытная зона проводного телевидения, наиболее быстрое покрытие телевидением всей территории СССР оказалось возможным лишь с помощью ТВ-радиосети. Основа любой радиосети — частотное планирование, Марк Иосифович активно подключается к этой работе и разрабатывает первый частотный план телевизионной радиосети нашей страны.

В 1948 г. в МСЭ создаётся 11-я Исследовательская комиссия (11-я ИК) по изучению и международной стандартизации ТВ-вещания, в которой он прошёл все этапы, защищая технические интересы России и определяя всемирную политику развития телевидения. Впервые он помогал готовить документы для участия в международной конференции по частотному планированию в 1949 г. и лично участвовал в последующих.



Книга Марка Иосифовича Кривошеева "Измерения в телевизионном оборудовании", 1956 г.

Благодаря глубоким знаниям всей системы и способности быстро решать стремительно нарастающие задачи проектирования, разработки и эксплуатации Марк Иосифович в 1950 г. был переведён в Министерство связи СССР начальником отдела телевидения УКВ-ЧМ-вещания и радиорелейных линий Главного радиоуправления. В 1957 г. он участвовал в подготовке первых проектов строительства нового Московского телецентра с башней для антенн высотой 500 метров. Совмещая большую работу по созданию и развитию передающей сети ТВ и УКВ-ЧМ-вещания страны и её сопряжению с мировым сообществом, он разрабатывает одну из первых систем измерений параметров видеосигналов и показателей качества видеоканалов, защищает кандидатскую диссертацию и пишет книгу по измерениям телевизионного оборудования.

Бурное развитие телевизионной отрасли требовало скорректировать усилия различных коллективов по системным исследованиям, аппаратурным разработкам, производству и эксплуатации. Головным институтом по телевидению в Министерстве связи являлся НИИ радио (НИИР), поэтому М. И. Кривошеева в 1959 г. назначили начальником отдела телевидения и, одновременно, лаборатории ТВ-измерений, что определялось его эрудицией во всех вопросах, обусловленной его личным участием во всех пионерских телевизионных работах в СССР и в международном масштабе.



Доклад "О внедрении цифрового телевидения" в НИИР, 1980 г.

Телевизионный отдел НИИРа возглавлял всё новое в развитии телевидения страны: внедрение цвета, спутниковые системы передачи телевизионных сигналов, цифровое телевидение. Главное отличие работ этого отдела — в законченности комплексных работ: от постановки задач, определяемых прогнозами развития телевизионных служб, разработки и макетирования предполагаемых технических решений с передачей их промышленности, организации опытных зон и, учитывая необходимую коррекцию, внедрение в массовую эксплуатацию с разработкой необходимых стандартов, инструкций, подготовки кадров.

Марк Иосифович руководил отделом, в котором работало более 150 человек, дополнявших друг друга, и каждый был глубочайшим специалистом в своей узкой специализации. Кроме измерительной тематики, он вникал во все задачи и подсказывал пути решения возникающих вопросов. Помимо общения с НИИРовцами и телевизионщиками из других учреждений, он никогда не упускал возможности обмена информацией со всеми специалистами — связистами и вещателями. С 1962 г. руководил разработкой ТВ-комплекса для спутниковой системы связи "Молния", впервые передавшей в 1965 г. сигнал ТВ-программы из Москвы во Владивосток и обратно. За развитие систем спутниковой связи для передачи телевизионных и специальных сигналов он получил две Государственные премии.

В 1980 г. М. И. Кривошеев руководил разработкой ТВ-комплекса для передачи сигналов программ Олимпиады-80. Им была выдвинута революционная идея внедрения цифрового эфирного, спутникового и кабельного телевидения с использованием уже существующих каналов. При сумасшедшей занятости он выкраивает время для преподавания во ВЗЭИСе, профессором которого он был избран в 1966 г., и написания книг. Его книга "Основы телевизионных измерений" переиздана в шести странах. Он автор и соавтор более 300 публикаций, более 90 изобретений, отечественных и зарубежных патентов. Лично им и совместно с его учениками написано более 30 монографий и книг, посвящённых ТВ-измерениям, перспективам развития ТВ-вещания, цифровому ТВ и его стандартизации, часть из них издана на девяти языках.



Книга Марка Иосифовича Кривошеева "Международная стандартизация цифрового телевизионного вещания", 2006 г.

В 2010—2011 гг. им были разработаны стартовые положения новой концепции развития телерадиовещания до 2020—2025 гг., интегрирующие новые сферы, международные исследования в которых проводятся как по инициативе России, так и при активном её участии. До этого разработал основные положения реализуемой концепции (2009—2015), впервые знаменующей переход от аналогового телевещания к цифровому, полностью завершённой в 2018 г.

Моё заочное знакомство с ним произошло в студенчестве, при изучении книг по телевизионным измерениям, а настоящее — при защите моей кандидатской диссертации. Марка Иосифовича заинтересовали нестандартные методы проведения субъективно-статистических экспертиз по заметности искажений сигналов звукового вещания (ЗВ). Затем он помогал в составлении заявок в МСЭ, при стандартизации сигналов ЗВ, а затем по его рекомендации участвовать в качестве "специального репортёра" ИК по передаче сигналов ЗВ. Его интеллигентное обращение, непоказной интерес к обсуждаемым вопросам делали всех собеседников

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

единомышленниками. Он умел примирить спорщиков, формулируя единое решение. Подбирая необходимые для составления заявки документы МСЭ, он спросил: "Какой язык Вам ближе — английский или французский?". Сам он с детства знал немецкий, вёл заседания на английском, а на улицах Женевы изъяснялся по-французски, но никогда не употреблял в русской речи иностранных слов.

Основные решения в МСЭ утверждаются на заседаниях, а вырабатываются в кулуарах: в коридорах, на приёмах, в кафе, на совместных прогулках по городу или на природе. По фотосессии какого-то вечера обнаружились семь фотографий с Марком Иосифовичем на втором плане, беседующим с различными участниками. Планируя проведение одного из своих юбилеев, он попросил провести его не сидя, а стоя за столами, чтобы облегчить общение каждого с каждым. Эта профессиональная привычка дипломата сопровождала его всю жизнь. На вечере у своего ученика, коллеги по НИИРу в 2015 г. он успел потанцевать с четырьмя дамами всех возрастов и, по-моему, пообщаться с каждым из 30 приглашённых.

С самого начала деятельности в МСЭ он проявил свою профессиональную эрудицию, активность, желание и способность "гармонизировать", казалось бы, несовместимые решения. Запомнилось, что он предложил стандартизовать требования к телевизорам для приёма сигналов по любому (несовместимых между собой PAL, SECAM и NTSC) стандарту.

В семидесятые годы его избирают Председателем 11-й ИК. В то время ещё не существовало способов устранения избыточности видеосигналов, позволяющих их передачу в цифровом виде по применяемым аналоговым каналам связи. Но 6—18 июля 1972 г. в Женеве состоялось историческое заседание, на котором под его председательством впервые была начата международная стандартизация цифрового ТВ-вещания и, по предложению Японии, работа по изучению телевидения высокой чёткости (ТВЧ). Это событие является одной из важнейших дат в истории телевидения.

Главное во всех работах Марка Иосифовича — системный подход, поиск основного звена. Сложно далась ему "Концепция 6-7-8": решение ориентироваться на эксплуатируемые каналы подачи аналогового телевидения — использование готовых ТВ-сетей распределения различных стран. Исходя из этого решения задавались требования к разработке систем сжатия, которые были продемонстрированы в МСЭ лишь в девяностые годы, даже они были далеки от совершенства. В Университете Лозанны была назначена сравнительная демонстрация Европейского и Японского комплексов сжатия, в обоих что-то не работало, авторы их объединили и совместно продемонстрировали возможность осуществления требований 11-й ИК.

Уже в 1998 г. в Честере (Великобритания) были приняты международные стандарты DVB для радио, кабельных и спутниковых сетей распределения, учитывающие возможность их совершенствования. Ещё одним серьёзным достижением председателя 11-й ИК стало принятие в 1999 г. единого мирового стандарта для телевидения и электронных кинотеатров высокой чёткости (ТВЧ). Под его председательством и при его творческом участии в результате коллективного труда ведущих специалистов многих стран было разработано более 150 рекомендаций для телецентров, наземного и спутникового ТВ-вещания, приёмной сети, ставших пакетом стандартов, фундаментом внедрения цифрового телевидения в России и в мире. Благодаря этому мир смог начать внедрение цифрового ТВ-вещания. Подробно эти работы описаны в книге М. И. Кривошеева "Международная стандартизация цифрового телевизионного вещания".



Марка Иосифовича Кривошеева поздравляет с девяностолетием Генеральный секретарь МСЭ Хамадун Туре, НИИР, 2012 г.

В 2000 г. была изменена структура МСЭ: образована объединяющая телевизионное и звуковое вещание ИК 6, Почётным председателем которой избран М. И. Кривошеев. Он работал в ней до последнего дня.

В 2008 г. по его инициативе и предложенной им стратегии в МСЭ начата международная стандартизация объёмного (3D) цифрового телевещания.

Не замыкаясь на вещательном телевидении, Марк Иосифович много раздумывал над иными социальными применениями телевизионных методов, особенно с применением сверхбольших уличных информационных экранов. Первое, что приходит в голову, — системы массового оповещения, рекламные системы. Сочетание таких экранов с другими средствами инфокоммуникаций, например, индивидуальный перевод по мобильному телефону комментаторского текста к футбольной игре на стадионном экране, показывающем крупные планы игроков.

В 2009 г. как основоположник интерактивных видеоинформационных систем, которые обеспечат массовую экранизацию высококачественной визуальной информации в многолюдных местах, в том числе "наружное" телевещание, был избран руководителем международной группы МСЭ по проблемам стандартизации таких систем. Отчёт группы утверждён в 2011 г. Последние годы Марк Иосифович раздумывал о всемирном роуминге телевизионных программ.

Каждый, знавший Марка Иосифовича, поражался его работоспособности, его умению экономить время. Сидя перед отлётом в зале ожидания Шереметьево, он редактировал завтрашнее выступление на пленарной сессии. Он говорил, что семья привыкла видеть только его спину, работающего за письменным столом. Он высоко ценил звуковое проводное вещание — не мешает работать, но обеспечивает отслеживание всех новостей. Для сохранения работоспособности он следил за своим питанием, активно отдыхал в редкие свободные минуты. Если конференции проходили вблизи воды, всегда купался перед завтраком и уже затемно после работы. Любил танцевать на вечеринках, шутил, смеялся. Объехав по командировкам МСЭ весь мир, всегда выбирался на экскурсии и знал, где и какие сувениры можно приобрести — в Рио-де-Жанейро привёл нас в магазин, торговавший кожаными сомбреро. Он очень любил дарить полезные подарки: у меня на столе подаренные им металлические шарики для разминания пальцев, коврик для массажа с какими-то особенными камешками.

Деятельность М. И. Кривошеева высоко оценена в России и мире.

1974 г. — орден Трудового Красного Знамени;

1991 г. — Национальный орден за Заслуги (Франция);

1992 г. — Золотая медаль ордена за Заслуги (Польша);

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

1981 г. — Государственная премия СССР;

1999 г. — орден Дружбы — за заслуги перед государством и высокие достижения в производственной деятельности, большой вклад в укрепление дружбы и сотрудничества между народами;

1999 г. — Медаль прогресса (Общество инженеров кино и телевидения);

2000 г. — Государственная премия Российской Федерации 2000 г. в области науки и техники — за разработку и внедрение цифровой системы передачи дополнительной информации для сетей общего и специального назначения (система "ТВ-Информ");

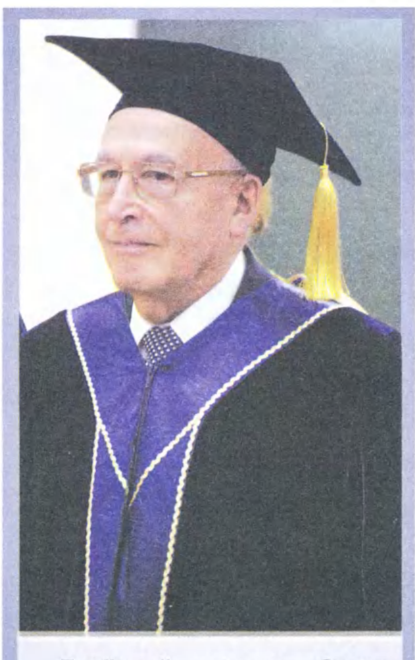
2002 г. — Премия ТЭФИ (единственному инженеру за всю её историю);

2002 г. — Благодарность президента Российской Федерации — за большой вклад в развитие средств связи и многолетнюю добросовестную работу;

2006 г. — орден "За заслуги перед Отечеством" IV степени — за большой вклад в развитие отечественного телерадиовещания и многолетнюю плодотворную работу;



Почётный доктор (второй справа) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича (СпбГУТ), 2011 г.



Почётный доктор Санкт-Петербургского университета кино и телевидения (СПБГУКиТ), 2009 г.



Награждённые юбилейной медалью ITU150 (Марк Иосифович Кривошеев — третий слева) с Генеральным секретарём МСЭ Хоулинь Чжао (третий справа), Женева, 17 мая 2015 г.

2009 г. — Почётный доктор Санкт-Петербургского университета кино и телевидения (СПБГУКиТ);

2011 г. — Почётный доктор Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича (СпбГУТ);

2011 г. — орден "За заслуги перед Отечеством" III степени — за большие заслуги в развитии отечественного телерадиовещания и многолетнюю плодотворную деятельность;

2013 г. — Почётная грамота президента Российской Федерации — за достигнутые трудовые успехи и многолетнюю добросовестную работу;

2016 г. — премия Правительства Российской Федерации 2016 г. в области средств массовой информации — за выдающиеся достижения и разработки, имеющие большое значение для мирового телевидения, в том числе в контексте развития международных стандартов цифрового телевидения и телевидения высокой чёткости;

2017 г. — орден Почёта — за большой вклад в развитие отечественного телевидения и радиовещания, многолетнюю плодотворную работу.

М. И. Кривошеев также удостоен почётных званий и наград Австралии, Бразилии, Великобритании, Германии, Ирана, Испании, Италии, Китая, Польши, США, Украины, Франции, Японии, крупных международных телефорумов НАТ, NAB, IBC и др.

В 2007 г. в Женеве Генеральный секретарь МСЭ Х. Туре "За достижения на протяжении всей жизни в техническом развитии телевизионных служб и систем" вручил М. И. Кривошееву престижную награду "Всемирного информационного общества — 2007".

В 2011 г. награждён Национальной премией "Большая цифра" — за вклад в развитие цифрового телевидения.

17 мая 2015 г. он стал одним из шести обладателей награды ITU150 Международного союза электросвязи (МСЭ) как "выдающийся деятель и учёный, сделавший наибольший вклад в улучшение жизни граждан всего мира с помощью инноваций в области ИКТ".

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Присвоение НИИРу имени М. И. Кривошеева, 2019 г. (https://niir.ru/2019/11/21/fgup-niir-prisvoeno-imya-marka-krivosheeva/?).

21 ноября 2019 г. по инициативе коллектива НИИР предприятию присвоено имя М. И. Кривошеева.

Марк Иосифович Кривошеев олицетворяет для меня образ полностью счастливого человека, отдавшего всю жизнь любимой работе. Спасибо судьбе за общение с Гением телевидения.

Автор благодарит А. М. Кривошееву и Г. Е. Иткиса за тёплое участие, помощь в уточнении деталей биографии и предоставленные фотографии, весь клан наследников Кривошеевых за их заботу по сохранению и подготовке к публикации незаконченных мемуаров Марка Иосифовича.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ШЕПТУХИН (R5GF), г. Липецк

РОССИЯ

АМУРСКАЯ ОБЛ. По итогам заседания Федеральной конкурсной комиссии от 27 апреля 2022 г. к сети радио "Искатель" присоединится г. Благовещенск, частота вещания — 92,1 МГц (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__83006/** (19.05.22)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. С 1 мая 2022 г. к числу поклонников юмористического разговорного формата присоединились и жители г. Волгограда, где сегодня проживает свыше миллиона человек, на частоте 107,2 МГц началось вещание Comedy Radio (источник — URL: **https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/25241** (19.05.22)).

КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. 19 мая 2022 г. в самой западной точке нашей страны, в славном и богатом историей г. Калининграде зазвучало радио DFM. Новая станция появилась на частоте 92,8 МГц. Сегодня радио DFM — это танцевальная музыка, харизматичные ведущие. Благодаря непрерывной работе Русской Медиагруппы с регионами и постоянному развитию федеральных сетей радио DFM теперь зазвучит в стратегически важном для холдинга регионе — в Калининграде. Таким образом, потенциальная аудитория станции увеличится более чем на миллион человек (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__83133/** (19.05.22)).

КАЛУЖСКАЯ ОБЛ. С 12 марта 2022 г. радиостанция Business FM — теперь в Обнинске на частоте 105,4 МГц. Эта радиостанция первой в России воплотила концепцию Breaking News — новости выходят в прямой эфир сразу же после появления в ленте информационных агентств или происшествий в мире (источник — URL: **https://vk.com/obninsk_online/** (19.05.22)).

КИРОВСКАЯ ОБЛ. С 22 апреля в Кирове на частоте 88,7 МГц начала вещание радиостанция "Юмор FM Киров". "В Кирове умеют шутить и ценить шутки! Не зря наша сборная становилась чемпионами КВН", — сообщил управляющий радиостанции Артём Буров.

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Радио "Казак FM" зазвучало в г. Хадыженске на частоте 99,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/kazak_fm/** (19.05.22)).

1 мая 2022 г. к сети вещания "Радио Шансон" присоединился г. Туапсе — город-курорт и крупный порт на побережье Чёрного моря, административный и промышленный центр района. Частота вещания — 99,1 МГц. Охват населения — 73,3 тыс. человек (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/9228.htm** (19.05.22)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. 1 мая 2022 г. запущено вещание Radio Record в г. Красноярске на частоте 100,3 МГц. Radio Record — первая танцевальная радиостанция России, вещающая с 1995 г.

К сети вещания Love Radio присоединился г. Ачинск Красноярского края. Частота вещания — 90 МГц, потенциальная аудитория — 115 тыс. человек (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/9236.htm** (19.05.22)).

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. Радио "Град Петров" остаётся только в Санкт-Петербурге и Выборге. В Кингисеппе и Тихвине вещание официально завершается.

"Европа Плюс" начнёт вещание в Сосновом Бору на новой частоте. Информацию подтвердили в компании "Медиа Телеком". Радиостанция перейдёт с частоты 95,3 МГц на частоту 97,9 МГц.

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

6 мая 2022 г. радиостанция "Известия" прекратила вещание в Санкт-Петербурге на частоте 92,9 МГц. В 06:05 станция была отключена от эфира. Тем самым радиостанция "Известия" ушла в историю, так как на частоте 92,9 МГц скоро начнётся вещание радио "Вера". А сами "Известия" сейчас остались только в Москве. Утром 6 мая 2022 г. на частоте 105,5 МГц в Выборге запущена станция NRJ.

ЛИПЕЦКАЯ ОБЛ. 26 апреля 2022 г. филиал РТРС "Липецкий ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" в деревне Паленка Становлянского района Липецкой области на частоте 92,6 МГц. Передатчик мощностью 0,1 кВт охватывает сигналом 20 тыс. человек. Высота подвеса антенны — 72 м. Запуск радиостанции "Радио России" в современном УКВ-формате — часть масштабного проекта по модернизации радиосети ВГТРК в регионе (источник — URL: **https://lipetsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-palenke/** (19.05.22)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. Вещание "Радио Дача" началось в г. Можайске, частота вещания — 97,4 МГц, потенциальная аудитория — 55 тыс. человек (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/9234.htm** (19.05.22)).

ОМСКАЯ ОБЛ. С 16 мая 2022 г. Comedy Radio, ежедневно поднимающее настроение миллионам россиян, можно услышать и в г. Омске на частоте 101,5 МГц. (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__83117/** (19.05.22)).

ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ. "Авторадио" зазвучало в г. Сердобске на частоте 93,3 МГц.

ТАТАРСТАН. С 18 апреля 2022 г. "Наше Радио" можно услышать в г. Набережные Челны на частоте 95,9 МГц. Потенциальное число слушателей составляет 530 тыс. человек (источник — URL: **https://multimediaholding.ru/nashe-radio-osvaivaet-novyye-gorizonty/** (19.05.22)).

К региональной сети вещания Love Radio присоединился г. Набережные Челны. В зону вещания радиостанции на частоте 97,5 МГц также попадает г. Нижнекамск. Общий охват населения составляет 772,8 тысячи потенциальных слушателей (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/9188.htm** (19.05.22)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. 28 апреля 2022 г. в г. Тюмени началась трансляция радиостанции "Маруся ФМ", частота вещания— 90,4 МГц. Ранее на этой частоте осуществляла вещание радиостанция Monte Carlo. Потенциальная аудитория составляет свыше 800 тыс. человек.

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

КИТАЙ. Международное Радио Китая на русском языке в летнем сезоне вещает на средних и коротких волнах. Частоты вещания приведены в **табл. 1** и **табл. 2** соответственно.

Всекитайская ассоциация журналистов рассказала о развитии СМИ Китая. В 2020 и 2021 годах главной развивающейся тенденцией в индустрии новостных СМИ Китая стали коммуникации на основе платформ. Об этом, как передаёт информационное агентство "Синьхуа", говорится в докладе Всекитайской ассоциации журналистов (ВАЖ). Отчёт называется "Развитие средств массовой информации Китая". В нём отражены новые изменения и события в секторе СМИ страны в эпоху глубокой конвергенции. Авторы доклада отмечают, что в течение последних двух лет традиционные СМИ, такие как радио, телевидение и газеты, демонстрировали замедление темпов роста и продолжали фокусироваться на глубокой конвергенции и цифровой трансформации. Согласно докладу, новые технологии, такие как технология медиаплатформы, технология цифровой передачи данных, видеотехнологии высокой чёткости, искусственный интеллект и 5G, способствовали преобразованиям и инновационному развитию сектора СМИ. "На этом фоне продолжает повышаться квалификация работников СМИ, а в структуре кадрового состава постепенно увеличивается доля молодёжи и высокообразованных кадров", — говорится в докладе. Нынешний отчёт ВАЖ стал шестым по счёту с 2014 г. (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__83121/** (19.05.22)).

МАРОККО. В Марокко скоро откроется ориентированная на еврейскую общину радиостанция, посвящённая культуре марокканских евреев и иудаизму в Марокко, его социальным и культурным аспектам. Студия радио Mozaik, запуск которого запланирован на сентябрь, будет находиться в Касабланке, сообщил один из основателей проекта Жак Кнафо. Mozaik начнёт свою работу в онлайн-режиме, но после получения лицензии на вещание будет перезапущена как УКВ-радиостанция, которая начнёт вещание в Касабланке, Рабате и Марракеше, а затем распространит эфир и на другие марокканские города. Примечательно, что интересы марокканских евреев, живущих сегодня в других странах по всему миру, тоже не забыты. Новая радиостанция будет вещать на языках дариджа, амазиг, иврите и французском (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__83138/** (19.05.22)).

ЧЕХИЯ. Radio Prague International было представлено на Дне открытых дверей "Чешского Радио". В субботу, 14 мая, "Чешское Радио" открыло свои двери для публики по случаю 99-й годовщины начала регулярного вещания. После двухлетнего перерыва, вызванного пандемией коронавируса, в здании "Чешского Радио" на улице Виноградская и в региональных студиях прошли экскурсии, которые познакомили гостей не только со студиями, откуда осуществляется вещание, но и с самими ведущими, а также внутренней жизнью главной чешской радиостанции. День открытых дверей продолжил-

Таблица 1

Время	Частота, кГц	Расположение передатчика, мощность, кВт	Направление вещания
с 00.00 до 01.00	1521	Урумчи, 500	Сибирь
с 01.00 до 02.00	1521	Урумчи, 500	Средняя Азия
с 10.00 до 11.00	963	Хуадянь, 600	Дальний Восток
	1323	Хэйлунцзян, 100	Дальний Восток
с 11.00 до 12.00	963	Хуадянь, 600	Дальний Восток
	1323	Хэйлунцзян, 100	Дальний Восток
	1323	Хутуби, 500	Сибирь
	1521	Урумчи, 500	Сибирь
с 12.00 до 13.00	963	Хуадянь, 600	Дальний Восток
	1323	Хэйлунцзян, 100	Дальний Восток
	1521	Урумчи, 500	Средняя Азия
с 13.00 до 15.00	963	Хуадянь, 600	Дальний Восток
	1323	Хэйлунцзян, 100	Дальний Восток
	1323	Хутуби, 500	Сибирь
	1521	Урумчи, 500	Средняя Азия
с 15.00 до 16.00	963	Хуадянь, 600	Дальний Восток
	1323	Хэйлунцзян, 100	Дальний Восток
	1521	Урумчи, 500	Средняя Азия
с 16.00 до 20.00	1521	Урумчи, 500	Средняя Азия

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 2

Время	Частота, кГц	Расположение передатчика, мощность, кВт	Направление вещания (азимут, градусов)
с 00.00 до 01.00	7430, 9445	Хух-Хото, 100	Сибирь (345)
с 01.00 до 02.00	5990	Кашгар, 100	Средняя Азия (не напр.)
	13600	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
с 02.00 до 03.00	6180	Кашгар, 100	Средняя Азия (не напр.)
	17640	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
с 03.00 до 04.00	6180	Кашгар, 100	Средняя Азия (не напр.)
	15435	Урумчи, 500	Средняя Азия (270)
	17640	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
	17710	Цзиньхуа, 500	Средняя Азия (310)
с 04.00 до 05.00	6180	Кашгар, 100	Средняя Азия (не напр.)
	15445	Кашгар, 500	Европа (308)
	15665	Урумчи, 500	Европа (308)
	17640	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
с 05.00 до 06.00	15445	Кашгар, 500	Европа (308)
	15665	Урумчи, 500	Европа (308)
с 08.00 до 10.00	15445	Кашгар, 500	Европа (308)
	15665	Урумчи, 500	Европа (308)
с 10.00 до 11.00	7390, 9725	Хух-Хото, 100	Сибирь (345, 345)
	11935	Шицзячжуан, 500	Дальний Восток (37)
с 11.00 до 12.00	9725	Хух-Хото, 100	Сибирь, (345)
	9890	Пекин, 500	Сибирь (318)
	11935	Шицзячжуан, 500	Дальний Восток (37)
с 12.00 до 13.00	6100	Пекин, 500	Дальний Восток (55)
	7230	Кашгар, 100	Средняя Азия (не напр.)
	11935	Шицзячжуан, 500	Дальний Восток (37)
	13575	Урумчи, 500	Европа (308)
	13600	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
	15335	Шицзячжуан, 500	Европа (315)
с 13.00 до 14.00	5990, 6050	Хух-Хото, 100	Сибирь (345)
	7230	Кашгар, 100	Средняя Азия (не напр.)
	9675	Шицзячжуан, 500	Дальний Восток (37)
	13600	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
с 14.00 до 15.00	6155	Кашгар, 100	Средняя Азия (не напр.)
	9675	Шицзячжуан, 500	Дальний Восток (37)
	11910	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
с 15.00 до 16.00	5965	Пекин, 500	Дальний Восток (55)
	5990, 6085	Хух-Хото, 100	Сибирь (345)
	6100	Кашгар, 100	Средняя Азия (не напр.)
	9880	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
	11790	Урумчи, 500	Европа, 308
	13860	Шицзячжуан, 500	Европа, 315
с 16.00 до 17.00	5995	Кашгар, 100	Средняя Азия (не напр.)
	9605	Пекин, 500	Европа (318)
	9730	Шицзячжуан, 500	Европа (315)
	11875	Урумчи, 500	Европа (308)
с 17.00 до 18.00	7265	Урумчи, 500	Европа (308)
	9470	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
	9605	Шицзячжуан, 500	Европа (315)
	11875	Урумчи, 500	Европа (308)
с 18.00 до 19.00	7210	Урумч, 500	Европа (308)
	9560	Пекин, 500	Средняя Азия (288)
	9765	Шицзячжуан, 500	Европа (315)
с 19.00 до 20.00	6110	Сиань, 500	Средняя Азия (292)
	7245	Баоцзи, 150	Европа (317)
	9525	Пекин, 500	Европа (318)
с 20.00 до 21.00	7245	Баоцзи, 150	Европа (317)
	9525	Пекин, 500	Европа (318)
с 23.00 до 24.00	7430, 9445	Хух-Хото, 100	Сибирь (345)

ся концертом в Риегровы садах в Праге, на котором выступили звёзды чешской современной сцены. В рамках Дня открытых дверей был представлен стенд Radio Prague International, на котором гости смогли познакомиться с работой радиостанции и получить памятные сувениры.

Хорошего приёма и 73!

В предыдущем разделе были проработаны вопросы предельной чувствительности усилителя по схеме с ОИ. В этом разделе будут рассмотрены вопросы, связанные с устойчивостью к большим сигналам и мощным помехам. Усилитель с общим стоком или истоковый повторитель (ИП) за счёт глубокой ООС в цепи истока обладает высокой линейностью. Его недостаток — немного увеличенный коэффициент шума в схеме АА для Е-поля существенно компенсируется тем, что входная ёмкость снижается и растёт эффективность стыковки ёмкостного АЭ с АУ.

ИП на MOSFET

Если сделать АУ на MOSFET по схеме ИП и установить режим на "горке" ВАХ, получится очень линейный усилитель, особенно при небольшой нагрузке на истоке. В эксперименте с ПТ КП305Г лучшие результаты были получены при соединении подложки с истоком, и его корпус тогда будет "сигнальным" (**рис. 1**). У транзисторов BF987, 2SK544, 2SK241 и подобных это соединение сделано прямо на кристалле, как и у КП306 и КП350.

Входная ёмкость этого АУ (без учёта ёмкости резисторов R2 и R3) составляет всего лишь 2 пФ благодаря малой ёмкости СЗИ (не более 0,8 пФ). Уже при токе 3 мА и с тестовым сигналом 2×600 мВ IM_3 была ниже отметки −60 дБ. Это объясняется рабочим режимом на параболической части ВАХ, от чего IM_2 принимает неприемлемый уровень.

При токе 12...18 мА АУ выходит на штатное усиление, при этом IM_2 не превышает −50 дБ. При токе 14...15 мА наблюдалось очень существенное уменьшение IM_2, и это совпало с максимумом коэффициента передачи $K_п$ — 0,89 от XT1 к XT4. В целом ИП на КП305Г работает на качественном уровне с JFET J310 по IM_3, а по IM_2 явно лучше на два порядка. Именно это позволит увеличить длину АЭ и применить этот АУ для полноценного широкополосного приёма СДВ-ДВ-СВ-КВ. Известный своим качеством пример подобной АА — изделие КАА-1000 (ГДР, 80-е годы, для радиоприёмника EKD) с транзистором КП902А ценится у владельцев до сих пор.

Недостаток однозатворных MOSFET — уровень IM зависит от напряжения $U_{СИ}$. Но влияют не только перепады напряжения питания, ещё и сам сигнал при больших уровнях ухудшает линейность каскада. Подобные ИП требуют относительно высокое напряжение питания и с большими токами, а это стремительно приближает температуру кристалла к предельному значению.

ИП на трёхвыводных DG-FET

Такими транзисторами являются 2SK544, 2SK 543, BF987, BF999, 2SK241, 2SK3737. Их легко определить по очень малой ёмкости $C_{СИ}$ — около 0,03...0,05 пФ. С транзистором 2SK544-F при двухтональном сигнале 2×600 мВ не удалось найти выраженный оптимальный режим в ИП с резистивной

Активные антенны Е-поля

Часть 6

Транзисторы структуры MOSFET в схеме с общим стоком

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

В этом разделе приводится описание АА, у которых входной транзистор включён по схеме истокового повторителя (общий сток). Несмотря на больший уровень шума по сравнению со схемой с общим истоком, по другим параметрам получается выигрыш в сторону линейности при высоком уровне сигналов и помех. Предложенные схемотехнические решения на современных элементах, а также и на компонентах 1970-х годов показали превосходный радиоприём в сложных условиях. Предлагается широкий спектр схемных решений для решения различных эксплуатационных задач.

нагрузкой 600 Ом. Его помехоустойчивая работа с глубоким подавлением IM_2 в АУ (по схеме на рис. 1) ограничена сигналом 2×300 мВ по причине короткой ВАХ. Минимальные искажения были ниже −50 дБ при токе стока 6...11 мА. При токе стока более 12 мА они резко увеличивались. Входная ёмкость ИП на транзисторе 2SK544 — около 1,2 пФ, это огромное преимущество по сравнению с транзистором J310 при тех же отличных шумовых свойствах на КВ. Немного лучше себя ведёт транзистор 2SK241 при UСИ более 6 В, так как его ВАХ на 30 % длиннее, а у транзистора BF987 к тому же крутизна больше, что дополнительно снижает искажения.

Рис. 1

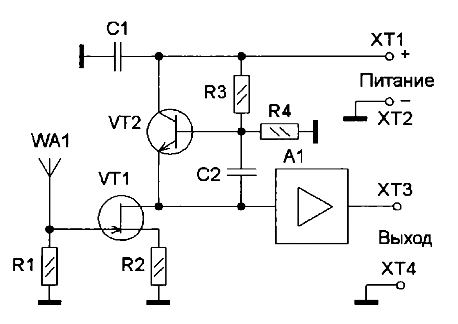


Рис. 2

Из-за действия "верхнего" транзистора на кристалле схема ИП на этих транзисторах обеспечивает хорошую линейность при перепадах питания. К тому же "верхний" транзистор ещё получает от "нижнего" истока сигнал с полным размахом, чем достигаются относительно постоянные условия для работы "нижнего" транзистора. Однако небольшая крутизна "верхнего" транзистора не даст полного эффекта.

ИП со слабой ПОС

Вредное влияние ССИ на вход ИП можно почти полностью убрать, если напряжение на стоке будет изменяться одновременно с напряжением на истоке. Почти идеально задача решается установкой ЭП "на втором этаже" входного каскада (**рис. 2**).

В отличие от ПТ, применение биполярного транзистора (БТ) в качестве VT2 обеспечит $K_п \approx 1$ от истока к стоку VT1. Опасность данной конструкции в том, что образуется подпороговая слабая ПОС, и при некоторых условиях каскад склонен к самовозбуждению. Ему явно противопоказаны элементы с индуктивным сопротивлением на входе, чем может являться большой АЭ на очень высоких частотах. Последовательная индуктивность к затвору VT1 может устранить этот эффект, если она образует ФНЧ на грани частотной области действия ПОС.

В эксперименте с транзистором 2П903А входная ёмкость обычного ИП была примерно 16...18 пФ. С введением транзистора VT2 (КТ606А) с ПОС входная ёмкость ИП снизилась до 6...7 пФ. Такой каскад устойчиво работает до частоты 10 МГц. Выпускаются сборки ПТ (JFET) с БТ (CPH5901, CPH 5902), которые во всём диапазоне КВ могут полноценно работать с ПОС. Вместо R2 целесообразно применить стабилизатор тока для снижения IM_2 у ПТ типа JFET, но лучше бы применить MOSFET, и усилитель А1 должен иметь входной импеданс несколько килоом.

Эта схема пригодна для АА в диапазоне от СДВ до частоты 3 МГц за городом, когда нужны низкий НЧ-шум (JFET) и метровый АЭ, чтобы всегда принимать низкие КВ-диапазоны на уровне шумов эфира, даже при спокойной ионосфере. У транзисторов JFET с малым шумом и большой крутизной характерны большие ёмкости (BF862, 2П903А).

"Усиленный" ИП

Широко распространённая схема ИП, показанная на **рис. 3**, применяется для активных щупов, предусилителей в измерительной технике, драйверов

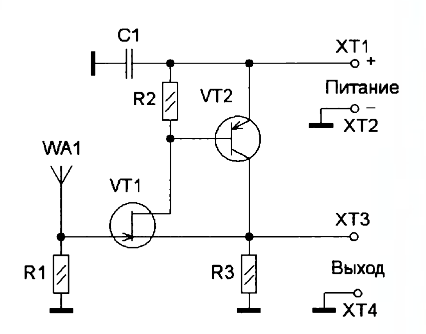


Рис. 3

линий и много другого. имеет глубокую ООС с помощью VT2. Улучшение состоит в том, что большой входной размах сигнального напряжения вызывает на стоке размах не более 100...200 мВ, и вредная ёмкость $C_{ЗС}$ мало задействована, здесь можно применить даже малошумящие JFET со своими большими ёмкостями. Транзистор VT2 работает в режиме усиления тока без ООС в цепи эмиттера, и даже с небольшим сопротивлением резистора R3 это вызывает большое усиление по напряжению. Получается, что транзистор VT1 не должен сильно менять свой ток, так как VT2 "добавит" нужный ток в резистор R3. В идеале, при большом усилении транзистором VT2 ток транзистора VT1 остаётся почти постоянным даже при большом сигнале. По этой причине этот АУ при применении JFET с параболической ВАХ показывает непривычный низкий уровень IM_2, но убрать IM_2 не получается и становится проблематичнее с ростом частоты. И тут, с применением MOSFET в режиме на "горке", этот каскад при-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

обретает идеальную линейность. К сожалению, ток транзистора VT1 для режима на "горке" составляет уже 6...20 мА для популярных MOSFET, и поэтому придётся вывести транзистор VT2 в режим с током 30...100 мА, поэтому она станет уже эксклюзивом по выбору транзистора VT2.

Как все усилители с ООС через несколько транзисторов, и этот каскад страдает от задержки (сдвига по фазе) внутри ООС, и её работа деградирует с ростом частоты. Для схем АА для КВ-диапазона на месте транзистора VT2 нужно применить СВЧ-транзистор с граничной частоты не менее 1 ГГц.

Если входной импеданс бесспорно высокий, то выходной импеданс этого АУ имеет сложный характер, в идеале он у истока VT1 близок нулю, но он виртуальный. Виртуальность состоит в поддержке нулевого значения за счёт ООС. Как только нарушается идеальная ООС (рост частоты, нагрузка ёмкостью, отражения на кабеле, конечное значение глубины ООС), импеданс станет ненулевым, может даже уходить в отрицательное значение и вызвать самовозбуждение (на кабель при плохом КСВ). Поэтому АА на этом каскаде надо делать очень осмотрительно.

И с входным импедансом не всё просто. Высокоэффективная ООС сводит входную ёмкость $С_{ЗИ}$ почти до нуля, и транзисторы с малой ёмкостью $С_{СЗ}$ создают входную ёмкость заметно менее 1 пФ. Это хорошо, но чревато. Неудачно составленный входной узел с индуктивностью переводит этот усилитель в гетеродин.

Спуск с "горки" для минимизации искажений

Как показала практика, в ИП при подаче тока "снизу" в исток из очень качественного источника тока и к тому же при слабой нагрузке оптимальная точка работы по интермодуляции сдвинута немного левее "святой горки" со снижением тока покоя. К примеру, транзистор КП305Г с пиком по ВАХ при токе 15 мА может оказаться при токе 9 мА правильно настроенным. Нужно отметить, что в режиме постоянства тока и при $К_П \approx 1$ мы говорим всегда об очень малых искажениях, и всплывут доминирующими другие механизмы искажений. Это могут быть нелинейные ёмкости, особенности поведения усиления от напряжения $U_{СИ}$. Поэтому стоит всегда проверять новый каскад двухтональным сигналом и наладить правильный режим по току для минимальной IM с учётом нагрузки у истока в реальном устройстве.

АА-1-0 на основе ИП+ОЭ с ООС

Коэффициент передачи этой АА на нагрузке 50 Ом — 1 до частоты 20 МГц, 0,7 — на частоте 30 МГц, входная ёмкость АУ — около 3,7 пФ. Уровень шума на частоте 5 МГц на 1 дБ превышает шум SDR Perseus. Длина АЭ на крыше — 70...100 см, противовес — длиной 3 м. Линейность АА хорошая, при входном сигнале 2×1100 мВ IM_2 = –40 дБ, защита от перегрузки входа — базовая, поэтому эта АА не предназначена для размещения на высокой позиции. Интервал температуры внутри корпуса — –30 °С...+60 °С, напряжение питания — 12 В, потребляемый ток — 65 мА.

Эта АА за четыре года стала народным достоянием, в первую очередь, из-за простоты налаживания с помощью мультиметра и доступности всех компонентов.

Часто радиолюбителям нужен некоторый "безотказный" предсказуемый вариант АА для своих экспериментов, простой в изготовлении и с хорошей повторяемостью параметров, находящихся на хорошем уровне, позволяющий избежать явного провала и не потратиться на эксклюзивный вариант. Решение нашлось с применением трёхвыводного DG-FET на входе АУ и выходного каскада на БТ по схеме с ОЭ с чётко предсказуемым усилением (**рис. 4**). При этом удалось исключить индуктивные компоненты.

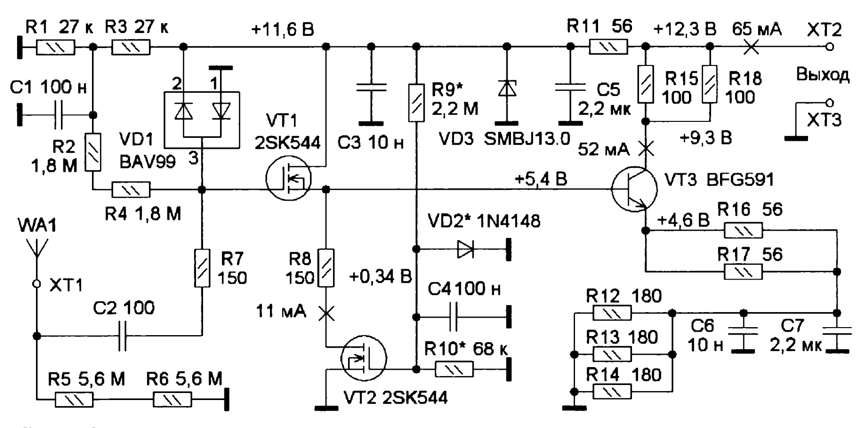


Рис. 4

АА имеет абсолютно ровную форму АЧХ от нескольких килогерц до 20 МГц, пологий скат до частоты 110 МГц и гладкую пологую ФЧХ. Это хорошо для проведения различных экспериментов. Единственный проблематичный момент — относительно большой потребляемый ток и необходимость отвода тепла от транзистора VT3 и окружающих его резисторов с помощью увеличенных медных проводников на печатной плате.

Источник тока на транзисторе VT2 от СДВ до УКВ обеспечивает высокий импеданс на истоке ИП. К сожалению, он немного ухудшает шумовые свойства усилителя. Но в целом за счёт значительного увеличения линейности можно пропорционально увеличить длину АЭ, в результате внесённый шум не ухудшает качество приёма. Выходной каскад относительно слабо нагружает ИП из-за высокого усиления по току транзистора BFG591 (около 60 на нескольких десятках мегагерц). Нагрузка подключена к коллектору, чем полностью исключается выпрямительный эффект, присущий ЭП. Резистором R11 создаётся принудительное согласование с кабелем 50 Ом.

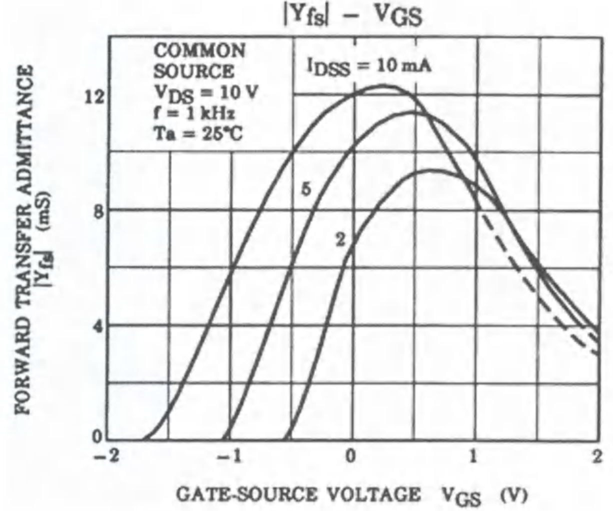


Рис. 5

Диод VD2 обеспечивает напряжение смещения для транзистора VT2 и обеспечивает температурную коррекцию режима транзистора VT1. В зависимости от конкретных требований через этот диод может протекать ток в интервале 0,1...500 мкА. При этом напряжение на нём будет 0,22...0,55 В. Его типичный ТКН — –1,5...–2,2 мВ/К обеспечивает необходимое изменение положения рабочей точки транзисторов VT2, а затем и VT1 при изменении температуры. Поэтому транзистор VT1 всегда останется в режиме максимальной линейности (и крутизны).

На месте VT1 и VT2 можно использовать разные транзисторы, например, 2SK544, 2SK241 с любым индексом, BF987 — в корпусе SOT-23 2SK543 или BF999. Рассмотрим это на примере транзистора 2SK241. Используем для этой задачи диаграмму, показанную на **рис. 5**. Для других транзисторов подобные диаграммы тоже доступны в документации.

Транзистор 2SK241 выпускается в трёх группах, с отметками O, Y и GR на корпусе, что соответствует начальному току стока (напряжение затвор—исток равно нулю) 2 мА, 5 мА и 10 мА соответственно. Но нам важнее знать необходимое напряжение смещения для рабочего режима на пике характеристики. Для этого транзистора для групп O, Y, GR при комнатной температуре на диоде VD2 должно быть соответственно 600, 400, 250 мВ. Это напряжение зависит от тока через резистор R9 и от типа диода VD2. Если для напряжения 350...600 мВ номинал резистора R9 принимает доступные значения, то для напряжения смещения менее 300 мВ диод VD2 должен быть маломощным Шоттки, например BAT46, и номинал резистора R9 снова принимает нормальное значение. Германиевые диоды для смещения 120...250 мВ нужно проверить на качество по критерию малого обратного тока. Для получения напряжения смещения ближе к 700 мВ следует применить диод серий КД407, КД512 или КД514.

грамм и подобрать диод VD2 и резистор R9 для получения необходимого напряжения смещения. Проверочные сложные замеры выявили точное попадание на правильную рабочую точку. Линейность АУ всё равно "портится" в транзисторе VT3.

При входном сигнале 2×1000 мВ (3,9 МГц и 4,1 МГц) наблюдаются $IM_2 = IM_3 = -50$ дБ, которые образуются в выходном каскаде. Оптимизацией тока транзистора VT3 (подбор резисторов R12, R13, R14) можно добиться $IM_2 = -75$ дБ. Превышение этого уровня сигнала приводит к резкому росту интермодуляции и уже при 2×1100(1200) мВ она достигает −40(−30) дБ, и этот перелом в линейности происходит в VT3. Сам входной каскад работает линейно до уровня сигнала 2×2500 мВ, если он без нагрузки. При сигнале 2×180 мВ наблюдаются $IM_2 = -86$ дБ и $IM_3 = -96$ дБ. Тем самым эта АА хорошо работает с АЭ длиной 0,5...1 м и хорошим приёмником.

Входная ёмкость усилителя (XT1 без АЭ) — 3,5 пФ (2SK544E, 2SK544F) и

снова дала признаки приёма, хотя коэффициент передачи АУ уже мал.

При работе с кабелем 75 Ом следует увеличить сопротивление резистора R11 до 75 Ом и увеличить напряжение питания до 12,5 В. АА успешно реализована и на транзисторах 2SK241 и BFG135 при напряжении питания 13 В и потребляемом токе 70 мА, поэтому охлаждение транзистора VT3 крайне важно. С этой целью можно припаять на коллекторную площадку дополнительную медную пластину для вертикальной конвекции воздуха.

Любопытными и отличными оказались шумовые свойства. Несмотря на коэффициент передачи $K_п = 1$ с хорошим приёмником с входным сопротивлением 50 Ом и чувствительным УВЧ в нём, при подключении АУ с короткозамкнутым входом шумовая дорожка поднялась на 1 дБ. При этом в реальной работе с АЭ длиной 1 м эфирный шум на высокочастотных КВ-диапазонах на несколько децибелл больше. Это проверено утром, когда ещё нет мощных КВ-сигналов, а ДВ и СВ уже ушли. Поэтому

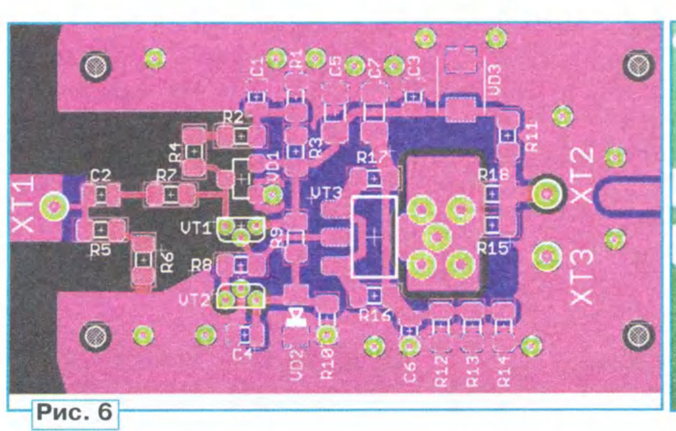


Рис. 6

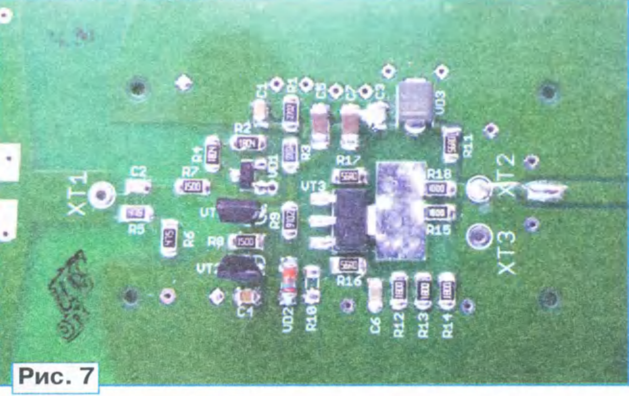


Рис. 7

Резистор R10 желательно оставить с большим номиналом, не менее 47 кОм, или даже не установить, лучше "попасть в точку" подборкой резистора R9. Из партии транзисторов следует подбирать пару по критерию сопротивления канала при нулевом смещении. Мультиметр в режиме измерения сопротивления 50...200 Ом подключают щупом "VΩmA" к стоку, а щупом "COM" замыкаются затвор с истоком. Различие сопротивлений до 5 % не критично, а более 10 % не годится.

Расположение компонентов на двухсторонней печатной плате показано на **рис. 6**. Смонтированная плата показана на **рис. 7**. Установлены транзисторы VT1, VT2 2SK241GR и диод VD2 BAT46 с напряжением смещения 200 мВ.

Если узлы с низким импедансом расположены над экраном, то входная часть до транзистора VT1 реализована с малыми паразитными ёмкостями. Теплоотводящие медные проводники у коллектора VT3 расположены с двух сторон. Резисторы могут быть типоразмера 0805 или 1206, конденсаторы — типоразмера 0805 или 0603, только конденсаторы C5 и C7 — типоразмера 1206.

На практике оказалось достаточным провести налаживание на основе диа-

3,8 пФ с транзистором 2SK241GR. Измерения проводились низкочастотным импульсным методом.

АЧХ самого усилителя охватывает диапазон 0,01...70 МГц (по уровню −3 дБ в тракте 50 Ом). Бытовой радиоприём на УКВ с этой антенной возможен на расстояние 30 км с высоким качеством при монтаже антенны выше крыш соседних домов. Таким образом, антенна очень универсальна в эксплуатации, пригодна для широкополосного мониторинга и бытового радиоприёма. На УКВ можно поднять АЧХ за счёт установки параллельно резисторам R18 и R15 конденсатора ёмкостью 1 нФ, если в фидере обеспечен КСВ, близкий к 1.

В грозовой метеообстановке эта АА критична тем, что резко заходит в ограничение и "заикается" на несколько миллисекунд. В принципе, это подсказывает, что следует прекратить радиоприём. Это случится ещё при достаточной удалённости грозового фронта, когда непосредственной опасности ещё нет.

При эксплуатации АА на УКВ важно вспомнить эффект влияния высоты мачты и влияние противовеса. В моём примере приём на УКВ был хороший, а в диапазоне AIR антенна совсем не сработала, зато в диапазоне 150...160 МГц

эта АА в итоге осталась без входной катушки индуктивности на КВ в пользу универсальности и простоты реализации.

Маломощная версия АА-1-0

Эта маломощная версия (**рис. 8**) успешно проверена на такой же печатной плате, но с некоторыми модификациями. Она рассчитана на работу с современными карманными приёмниками с диапазоном 0,05...30 МГц и напряжением питания 6,6...8,2 В от двух Li-Ion аккумуляторов. С цифровым приёмником RDR-pocket она в 2018 г. на пляже Балтийского моря далеко от источников помех показала достойный результат по предельной чувствительности, однако питание было из отдельного аккумулятора. Главное отличие — для снижения энергопотребления выходной каскад выполнен менее мощным.

Было снижено напряжение питания от двух Li-Ion аккумуляторов. Для уменьшения потребляемого тока использован транзистор 2SC9018 с оптимальным по IM_2 током 12 мА, для чего увеличены номиналы резисторов в эмиттерной цепи. Был добавлен узел температурной компенсации на диоде VD1, чтобы

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

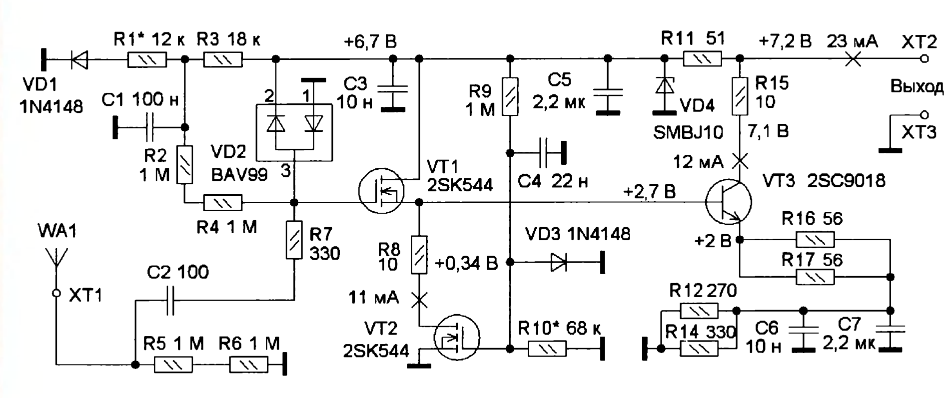


Рис. 8

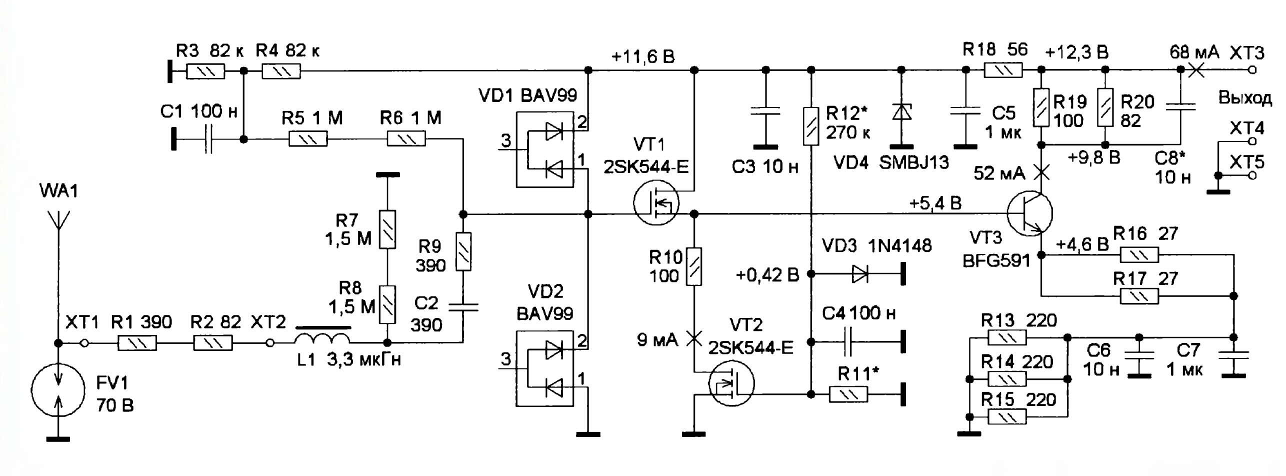


Рис. 9

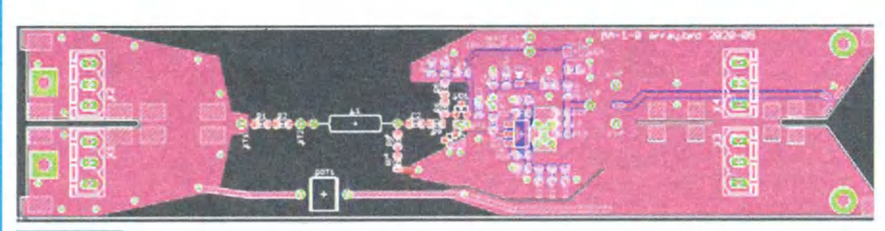


Рис. 10

Рис. 12

транзистор VT3 остался в режиме с малым уровнем IM$_2$ при таком малом напряжении питания.

При входном сигнале 2×400(100, 50) мВ эта АА обеспечивает IM$_2$ = = −40(−56, −68) дБ и IM$_3$ = −53(−76, ниже уровня шума) дБ. Здесь VT3 явно ограничит линейность, так как малый ток покоя приведёт к более раннему ограничению. На месте VT3 хорошо себя показали транзисторы серий КТ325 и КТ355, у которых $h_{21э}$ мало зависит от тока покоя и обычно превышает 100. При использовании транзистора серии КТ368 или КТ316 ток коллектора надо увеличить до 18 мА.

АА-1-0 для ФАР

Эта АА учитывает все опыты за четыре года на АА-1-0, и её можно считать более актуальной и универсальной. Можно также модифицировать эту АА в маломощную версию ранее показанным способом. По ходу реализации проекта широкополосной фазированной антенной решетки (ФАР) на трёх и четырёх АА требовались четыре идентичных АУ с увеличенным усилением, так как экспериментальный узел первичного сложения сигналов имел затухание 20 дБ. Схема АА показана на **рис. 9**. Дополнительная защита на газовом разряднике FV1 сделана "в обход" АУ с расчётом на хорошее заземление (**рис. 10**). Фрагмент смонтированной платы показан на **рис. 11**.

С катушкой индуктивности 0,36 мкГн (**рис. 12**) и при R1 = 0, R2 = 360 Ом она даст подъём чувствительности для приёма в диапазоне 118...137 МГц и полноценную работу до 20 МГц с некоторым провалом в диапазоне 25...70 МГц. Приём УКВ-радиовещания — удовлетворительный. Катушка L1 намотана обмоточным лакированным проводом диаметром 0,8 мм на оправке диаметром 5 мм и содержит 13 витков.

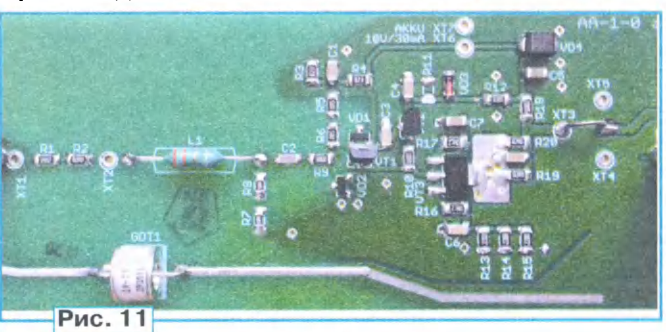


Рис. 11

Требуется АЭ высотой примерно 80 см, противовес — не менее 2,5 м.

По сравнению с АА-1-0 основные изменения найдём в эмиттерной цепи транзистора VT3 для увеличения усиления на 6 дБ. Применён ПТ 2SK544E с подобранным для него напряже-

нием смещения (R12 VD3). Защитные диодные сборки на двух диодах дают меньше входной ёмкости. Входной дроссель L1 с монтажными ёмкостями обеспечит прирост чувствительности на частотах более 20 МГц, резисторы R1, R2 и R9 в совокупности предотвращают острый резонансный пик. Разрядник FV1 с паразитной ёмкостью 0,6 пФ мало повлияет на приём, но даст хорошую защиту при мощных наводках в локальной грозовой обстановке. Если не нужно увеличенное усиление, можно эмиттерную цепь транзистора VT3 оставить как в АА-1-0 и получить больше линейности.

При двухтональном сигнале на частотах 3,2 МГц и 3,31 МГц размахом 2×900 мВ образуются IM_3 и IM_2 на уровне −40 дБ. При входном сигнале 2×300(100) мВ IM_2 и IM_3 — −60(−80) дБ. При сигнале 2×1500 мВ наступает жёсткое ограничение в транзисторе VT3. При входных сигналах не более 2×30 мВ искажения не превышают уровня −100 дБ. Так как в конкретном проекте ФАР все АА в отдельности были установлены на высоте 2,5 м над ровной поверхностью (озеро), эта АА отвечает требованиям по линейности и ночью не забивается мощными дальними КВ-сигналами. Однако со временем было выявлено, что в отдельных моментах имеются искажения от КВ-сигналов на диапазоне СВ. По ходу доработки программного обеспечения многоканального SDR и сложения ФАР-сигналов было решено уменьшить усиление и сделать эмиттерную цепь транзистора VT3 по образцу АА-1-0.

Так как эти АА в составе ФАР могут работать на общий сумматор, важно было проверить их взаимную интермодуляцию по коллекторам. Если две такие АА соединить выходами и подавать на каждую по одному сигналу по 100 мВ, на выходах IM были менее −80 дБ, поэтому этот эффект в проекте ФАР не будет мешающим. Простыми словами, можно две антенны просто "параллелить" по выходу и от их пространственного разноса получать особые диаграммы направленности. Нарушение КСВ на кабеле нужно учитывать, разумеется. Но если кабель не особо длинный, эффект почти не заметен.

Усиление от АЭ до выхода АУ с результирующей нагрузкой 25 Ом — +5 дБ. Нарушение согласования кабеля со стороны приёмника в сторону высокого импеданса существенно уменьшает ДД, здесь важно соблюдать низкий КСВ в кабеле.

Без дросселя L1 АЧХ усилителя практически ровная до частоты 41 МГц, а на частоте 50(100) МГц усиление спадает на 3(14) дБ. Это позволит реализовать ФАР до частоты 30 МГц с высокой точностью синтеза диаграммы направленности. Если более важна чувствительность, то при установке дросселя L1 и входной ёмкости усилителя усиление +5 дБ на частоте 20 МГц увеличивается до +14 дБ на частоте 31 МГц и +5 дБ на частоте 42 МГц. Имеется существенное подавление УКВ-сигналов.

Входная ёмкость АУ — не более 3,5 пФ. При работе в составе ФАР эта АА работает с АЭ длиной 1 м. На высоких позициях установки антенны надо ограничить длину АЭ 70 см либо в эмиттерной цепи транзистора VT3 увеличить ООС.

АА-1-1 лабораторный макет

Ограничения в выходном каскаде у АА-1-0 связаны с несимметричностью ВАХ выходного транзистора. Опытная АА, схема которой показана на **рис. 13**, была протестирована на макете и показала снижение искажений за счёт компенсации нелинейности в транзисторах VT3 и VT4.

Суть взаимной компенсации состоит в том, что на резисторах R15 и R18 одинаковые постоянные напряжения (220 мВ). При усилении на этих резисторах в каждой полуволне возникают противофазные искажения, а это в основном снижение IM_2. К тому же на базе транзистора VT3 присутствует постоянное напряжение около половины напряжения питания, и токи покоя одинаково меняются при изменении напряжения питания. Это всё прекрасно работает с очень высокой линейностью примерно до размаха переменного напряжения 50 % от постоянного напряжения на резисторах R15 и R18, это примерно размах 100 мВ. При более сильных сигналах искажения резко растут, поэтому эта АА не пригодна для реальной эксплуатации и не пошла "в серию". Однако позже вернёмся к этому усилителю, уже в симметричном исполнении. Входная RLC-цепь L1L2C1R3 обеспечивает защиту от УКВ-помех и заодно обеспечивает улучшенное согласование на частотах 30...50 МГц.

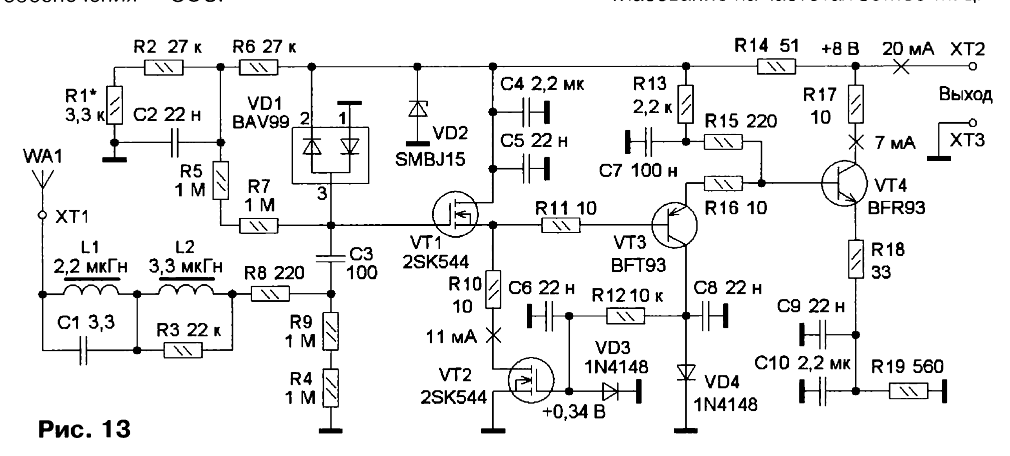


Рис. 13

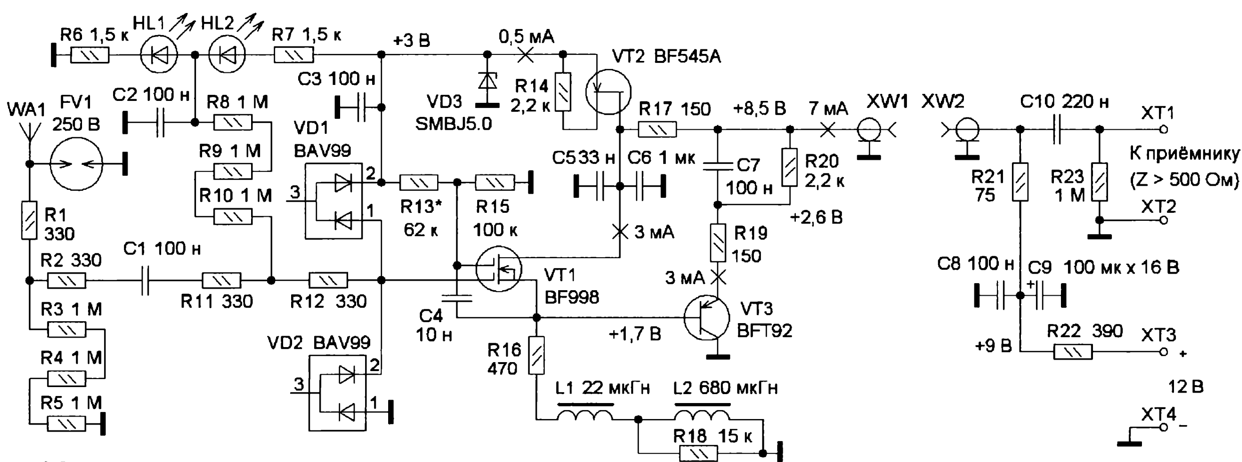


Рис. 14

АА-1-2 с малым током потребления

Схема этой АА показана на **рис. 14**, она является улучшенным вариантом ранее представленной АА-000 и может её заменить без изменения в инжекторе и источнике питания.

Главное улучшение, по сравнению АА-000, состоит в замене входного транзистора на MOSFET, что исключит источник IM_2 из АУ. Эта АА работает штатно в диапазоне 0,01...12 МГц, если входной узел выполнить тщательно с минимальной монтажной ёмкостью. Её высокая степень защиты позволит её установку в составе антенного поля активной радиостанции. Её даже можно установить на мачту и под ней разместить точку подключения проволочного диполя передающей станции.

47...56 Ом и тем самым улучшить ДД на 6...15 дБ, ток транзистора VT1 будет примерно 18 мА, и питание на коаксиальной линии придётся увеличить на 2 В, инжектор нужен уже другой. В режиме с большим током улучшается температурная стабильность.

Температурная компенсация осуществляется напряжением смещения на светодиодах (около 1,7 В при токе 0,5 мА) с их дрейфом около −2...−3 мВ/К. Транзистор VT2 с резистором R14 работает в режиме полной термокомпенсации с нулевым температурным коэффициентом тока коллектора и ещё отлично убирает перепады в напряжении. При разогреве транзистора напряжение на резисторе R14 не меняется совсем, и точным подбором R14 можно получать идеальную стабильность. Стабилизируется ток для светодиодов, и на R6 не меняет-

кретных компонентах такой каскад даст отличные параметры до несколько десятков мегагерц. Это в своём роде симметричное исполнение усилителя из опытной АА-1-1, и это позволит ещё при малых токах покоя получать высокую линейность. В 1990-х я подобным образом реализовал УМЗЧ с превосходными параметрами по искажениям.

Схема этой АА показана на **рис. 15**, режимы всех транзисторов рассчитаны на напряжение питания 9 В с допустимым снижением до 6,3 В при разряженной батарее питания, но напряжение можно увеличить и до 12 В для улучшения линейности. С указанными на схеме номиналами обеспечивается полная чувствительность до частоты 34 МГц. Если уменьшить индуктивность катушки L1 до 3...2 мкГн, можно расширить диапазон соответственно до 50...60 МГц.

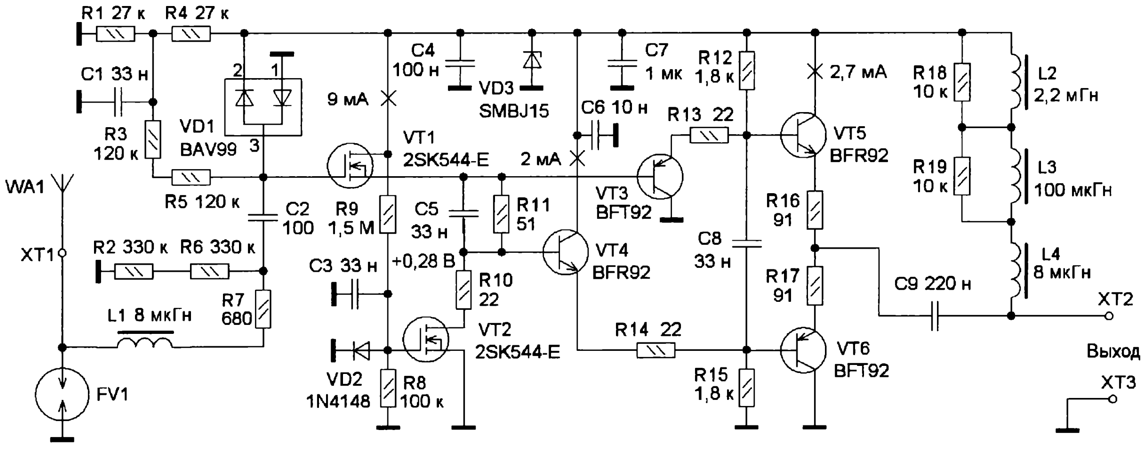


Рис. 15

Входной узел выполнен со сверхмалой входной ёмкостью за счёт слабой ПОС через конденсатор C4. Это позволило до защитных диодов VD1, VD2 установить резисторы R1, R2, R11, R12 со сравнительно большим сопротивлением, и даже напряжение размахом 200 В на АЭ не приводит к повреждениям АУ. Паразитная ёмкость SMD-резисторов типоразмера 1206 потребовала установки четырёх штук последовательно для достижения защиты от мощных ВЧ-наводок вплоть до частоты 30 МГц.

На истоке транзистора VT1 создан высокий импеданс нагрузки, чем расширены частотный диапазон и линейность. Если у трёхвыводных DG-FET имеется только один оптимальный и предсказуемый режим "врождённой" линейности, то у обычных DG-FET напряжением на втором затворе можно настроить линейность при существенно меньшем токе, как это сделано в этой АА. К сожалению, при малых токах заметно снизится допустимый размах входной смеси сигналов и помех, а "горка" по крутизне станет узкой и острой. В предложенном варианте установлен ток 3 мА, для транзистора BF998 меньше не рекомендуется. Но можно убрать резистор R15 и уменьшить сопротивление резистора R16 до

ся напряжение. На резисторе R6 подавляется шум от светодиодов. Режим транзистора VT1 "на горке" можно установить при комнатной температуре подборкой резисторов R13 и R15. При применении другого типа VT1, может быть, нужно менять и резистор R16.

Эта АА хорошо работала вместе с РПУ "ОКЕАН-214" (КВ до 12 МГц), если организовать питание из приёмника. Установка на высокой крыше не рекомендуется, эта АА остаётся "трёхметровой палкой в огороде" на дачный сезон.

АА-1-3 с двухкаскадным усилителем

В концепции АА-1-3 заложен хороший компромисс между малым энергопотреблением и высокой линейностью при отличной чувствительности. Пришлось "подглядывать" у разработчиков высокочастотных ОУ. В конце 1980-х в схемотехнике быстродействующих ОУ появилась конфигурация выходного каскада под названием diamond (алмаз). Примером могут служить ОУ серии OP27. Он состоит из двух последовательных комплементарных ЭП. Так удалось создать симметричный выходной каскад с отличной линейностью, вероятно, чистота спектра сигнала и дала название "алмаз". И даже на дис-

Входной узел на транзисторах VT1 и VT2 сделан аналогично успешно массово проверенной АА-1-0. Промежуточный каскад на транзисторах VT3 и VT4 работает с оптимальными по шуму и развязке токами по 2 мА и очень мало нагружает ИП на транзисторе VT1. Этот каскад по линейности не уступает входному усилителю по всему сигнальному размаху. На его выходе конденсатор C8 объединяет выходы промежуточного каскада в единый выход с импедансом около 15 Ом. Это в восемь раз меньше, чем импеданс на истоке транзистора VT1. Выходной каскад обеспечивает согласование с кабелем снижения волновым сопротивлением 50 Ом. При использовании кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом следует последовательно с конденсатором C9 установить резистор сопротивлением 24 Ом. Это будет лучше, чем увеличение сопротивления резисторов R16 и R17 до 150 Ом.

Размещение элементов на плате показано на **рис. 16**, а на **рис. 17** — вид смонтированной платы. При налаживании надо сначала установить все пассивные компоненты, кроме L1, L4, R8, и подать напряжение +9 В на дроссель L3. Проверить узел смещения для VT1 и затем установить транзисторы VT3 и VT4 и временную проволочную перемычку затвор—исток. Транзисторы

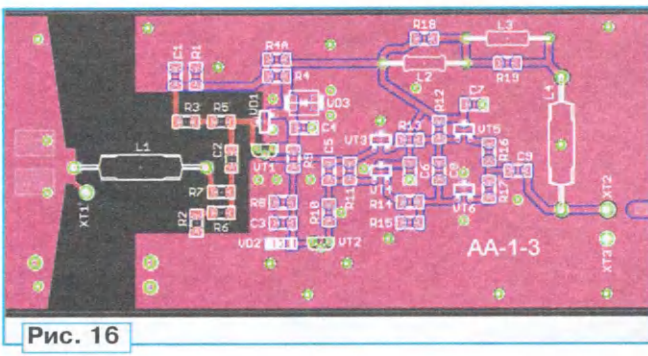


Рис. 16

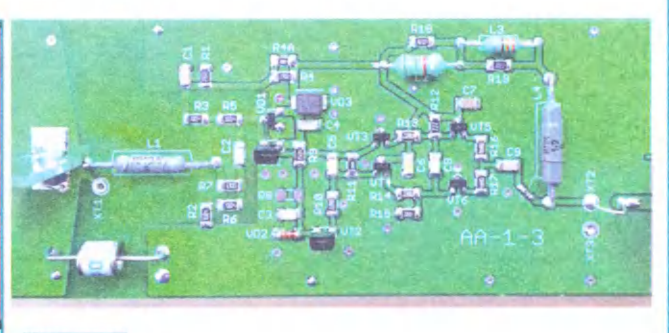


Рис. 17

VT3 и VT4 получают базовое напряжение через резисторы R3 и R5. В моём изделии это вызвало падение напряжения на них 0,8 В, что свидетельствует об асимметрии токов баз 0,5 мкА, при их абсолютном значении 10...20 мкА. Асимметрия до 2 мкА допустима.

Устанавливают транзисторы VT1 и VT2 и подборкой резистора R4 (можно установить поверх него дополнительный резистор) устанавливают напряжение $U_{пит}/2 + 0,2$ В на истоке транзистора VT1 при напряжении питания 9 В. Это обеспечит потом максимальную устойчивость к мощным атмосферным разрядам, чтобы они меньше накладывались на КВ-спектр.

Устанавливают все остальные компоненты и проверяют токи покоя в интервале допустимого напряжения питания. Дроссель L2 серии CECL имеет активное сопротивление 16 Ом, желательно это значение не превысить.

Ёмкость входного узла без транзистора VT1 — 3,1 пФ, и в интервале напряжения питания 6...9 В меняется на 0,1 пФ за счёт защитного диода. С транзистором VT1 входная ёмкость увеличивается до 3,7 пФ, газовый разрядник добавить 0,5 пФ.

Коэффициент передачи на нагрузке 50 Ом — 0,45 без учёта работы L1 на высокочастотных КВ-диапазонах. При ограничении радиоприёма до 10 МГц можно оставить АЭ длиной 30 см, вместо дросселя L1 поставить резистор сопротивлением 330 Ом.

Качество усилителя такое, что интермодуляция проявляется резко по причине жёсткого ограничения пиков в выходном усилителе. При напряжении питания 9 В это наступает при входном сигнале 2×3000 мВ. При входном сигнале 2×2600 мВ все искажения остаются ниже −60 дБ, но, к сожалению, это только на чисто резистивной нагрузке. Как только появится кабель, всё встанет на свои места из-за малого тока покоя в выходном каскаде. По этой причине на практике при входном сигнале 2×600 мВ имеются IM_3 = −40 дБ и IM_2 = −70 дБ. Далеко не все радиоприёмники этому соответствуют. При сигнале 2×100 мВ имеются IM_3 = −80 дБ и IM_2 = −100 дБ. Это уже ближе к тому, что будет на АЭ длиной 100 см в вечернее время и для чего нужен солидный приёмник. При питании +12 В допустимые уровни сигнала примерно в 1,5 раза больше по причине увеличения тока покоя в выходном каскаде, а при 6,3 В — в два раза меньше. Однако и этого будет достаточно для большинства бюджетных приёмников.

По собственным шумам эта АА — хорошая. При КЗ на входе на средних КВ-диапазонах добавляется только 1,5 дБ к шумовой дорожке хорошего SDR (RBW (полоса пропускания) = 10 кГц), N (уровень собственного шума) = = −112 дБмВт. На практике эта АА до 30 МГц показывает живой приём при установке на крыше с АЭ 100 см.

Главный недостаток этой в целом хорошей АА состоит в жёстком ограничении импульсных помех с пиком 600 мВ и более. Летом предгрозовая обстановка может отрицательно сказаться на КВ-приёме. Не хватает "эластичности" к импульсам.

АЧХ самого АУ тянется без провала до частоты 60 МГц, и пологий скат АЧХ позволит бытовой приём УКВ-радиовещания. Подбором элементов L1 и R7 в сторону уменьшения номиналов можно наладить пик входного согласования до частоты 60...110 МГц. Однако ослабляется защита входа.

Мощный вариант АА-1-3

Положительный опыт с маломощной АА-1-3 показал, что можно увеличить токи и напряжения. Такая АА была собрана на печатной плате АА-1-3, но с некоторыми другими компонентами (**рис. 18**). Режимы транзисторов доведены до предельных, и только при комнатных условиях АА работала нормально, а также в прохладный весенний день на мачте. Если сделать эффективный теплоотвод на печатной плате, эта АА будет круглый год работать на мачте. После этого опыта была разработана более совершенная АА-1-6-НР, но об этом позже.

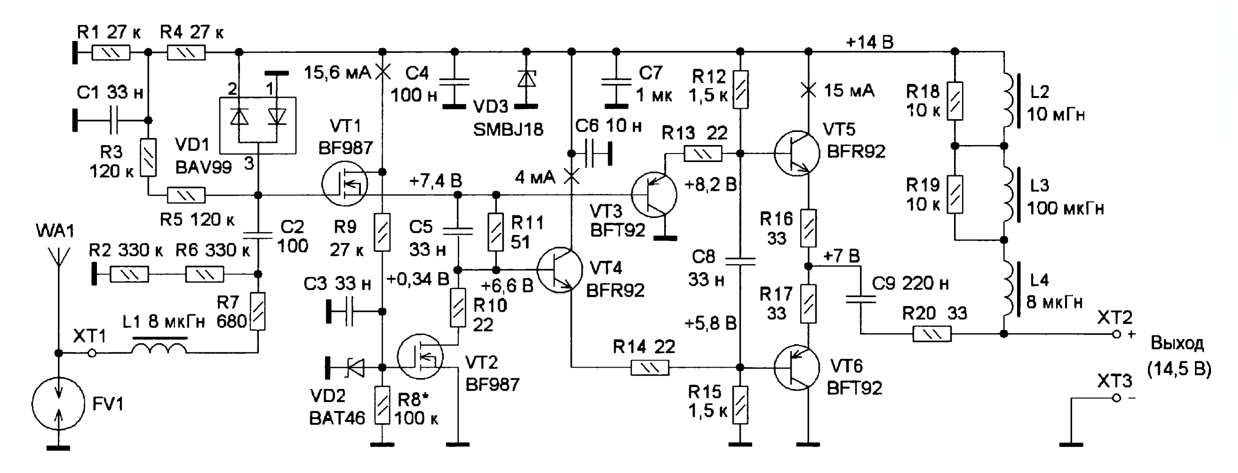


Рис. 18

Хотя входной каскад на транзисторе 2SK544 уже показал высокое качество в отдельности, транзистор BF987 показывает на 50 % большую стойкость к мощным сигналам, крутизна больше, ВАХ длиннее. Увеличение напряжения питания до +15 В и увеличение токов покоя снимают ранее отмеченные ограничения по размаху выходного сигнала. Из-за уменьшения сопротивления резисторов R16 и R17 нужно было добавить

резистор R20, для него надо сделать разрез в печатном проводнике за конденсатором C9.

Транзисторы BF987 надо подобрать в пару по сопротивлению канала 70...80 Ом при $U_{ЗИ}$ = 0. Разброс их параметров небольшой, поэтому среди шести изделий найдутся две пары.

В тестовой схеме ОИ при напряжении смещения +250 мВ обеспечена максимальная крутизна, что соответствует документации. Транзистор BF987 в схеме с ОИ при двухтональном сигнале 2×150 мВ образует IM_3 = –60 дБ, а при сигнале 2×250 мВ IM_2 достигает тех же –60 дБ. Такое напряжение удобно получить на диоде BAT46.

При компоновке входного узла на резисторах серии MELF на стыке элементов L1 и R7 входная ёмкость АУ — 2,4 пФ. Поэтому с дросселем индуктивностью 8 мкГн (ДМ/ДПМ) будут подъём входной АЧХ на частоте 32 МГц и качественный приём до 35 МГц, на частоте 50 МГц имеется спад уже –12 дБ.

При входном двухтональном сигнале 2×2500 мВ получаем на истоке транзистора VT1 без его нагрузки IM_2 = –60 дБ и IM_3 = –70 дБ. Замена транзистора 2SK544 на BF987 уже дала результат.

Промежуточный каскад на транзисторах VT3 и VT4 почти не портит интермодуляционные параметры, при этом его выход имеет нагрузочную способность в три раза лучше, чем на истоке транзистора BF987. Это важно для работы выходного каскада. Чтобы замерить IM при таких уровнях, надо щуп анализатора заземлять у измеряемого каскада, иначе ошибки измерений могут быть более 20 дБ.

В итоге АА без кабельной нагрузки выдаст при входном двухтональном сигнале 2×2500 мВ IM_2 = –54 дБ и IM_3 = –64 дБ. При 2×800 мВ на входе вся интермодуляция остаётся явно менее –80 дБ, также и при нагрузке 50 Ом через кабель длиной 5 м. При 2×200 мВ вся интермодуляция исчезнет в шумах при полосе пропускания 3 кГц.

Коэффициент передачи АА от АЭ к нагрузке 50 Ом составляет $K_П$ = 0,47 в диапазоне от 0,01 до 10 МГц и плавно растёт до $K_П$ = 1 на частоте 32 МГц с участием L1. Этот АУ работает оптимально с антенным элементом длиной около 100 см. В грозовой метеообстановке мощные импульсные помехи из области ниже 1 МГц мало повлияют на качество приёма на КВ из-за большого реального, а не расчётного запаса по IM_2.

Испытанная пробная АА ограничена по IM_2 током покоя выходного каскада. Это устраняется увеличением сопротивления эмиттерных резисторов. Но в этой АА на печатной плате это сделать уже невозможно. Улучшение на несколько децибелл даст установка выводного конденсатора 100 нФ между эмиттерами транзисторов VT3 и VT4.

АА-1-4 ретро

Высокое качество маломощной АА-1-3 вызвало вопрос, насколько можно было к концу 1970-х годов создать высококачественные АА для высококлассных РПУ того времени, поэтому на повестку напрашивались технологический эксперимент и поиск компонентов.

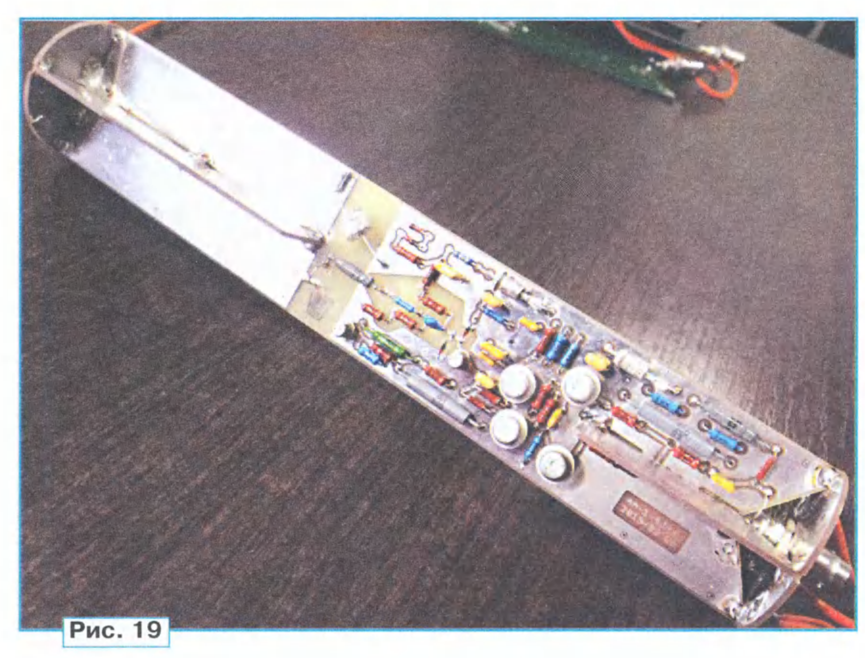


Рис. 19

Прототип этой АА (**рис. 19**) на экспериментах у озера весной 2020 г. показал отличные результаты по радиомониторингу в соревновании скиммеров. Без особых проблем было занято первое место (**https://pskreporter.info/cgi-bin/pskstats.pl**) среди станций с серьёзными антенными полями. По итогам печатная плата была усовершенствована (**рис. 20**), на которой имеется ряд монтажных элементов для размещения АА в пластиковую трубу DN50.

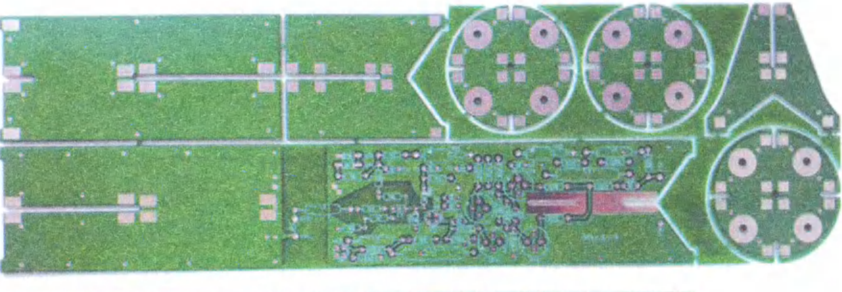




Рис. 20

Как было отмечено ранее, качественные высокочастотные маломощные ПТ из второй половины 1970-х годов имеют в несколько раза более протяжённую ВАХ при приемлемой крутизне, чем это присутствует у современных транзисторов. В АА-1-4, схема которой показана на **рис. 21**, применён ПТ КП305Г. В духе этого времени был разработан этот ретро-проект, применён комплементарный двухкаскадный выходной усилитель на транзисторах серий ГТ311 и ГТ313Б, резисторы МЛТ и ОМЛТ, и только с конденсаторами возникает проблема, поскольку изделия нужного качества того времени уже не найти, поэтому применены современные отечественные конденсаторы К10-17б.

Схема АА оптимизирована на получение максимальной линейности на транзисторах серий ГТ311 и ГТ313, которые имеют минимум искажений при токе коллектора 12...15 мА с низкоомной эмиттерной ООС. Для транзисторов VT2 и VT4 образуется совместная нагрузка сопротивлением около 400 Ом, и увеличение их токов покоя выше 4 мА уже мало что меняет.

Немного своеобразно обстоит дело с транзистором КП305Г, к примеру, если в схеме с ОИ минимум искажений наблюдается при токе стока 18...40 мА и напряжении 5 В, то в схеме ИП и с нагрузкой 10 пФ/2 кОм минимум всех видов искажений на истоке наблюдается при токе 14...20 мА и напряжении 6 В. Входной сигнал 2×750 мВ вызывает на выходе искажения с уровнем не более –80 дБ, а при 2×3000 мВ — не более –60 дБ.

РАДИО® · Приём статей: mail@radio.ru · Вопросы: consult@radio.ru · РАДИО № 7, 2022

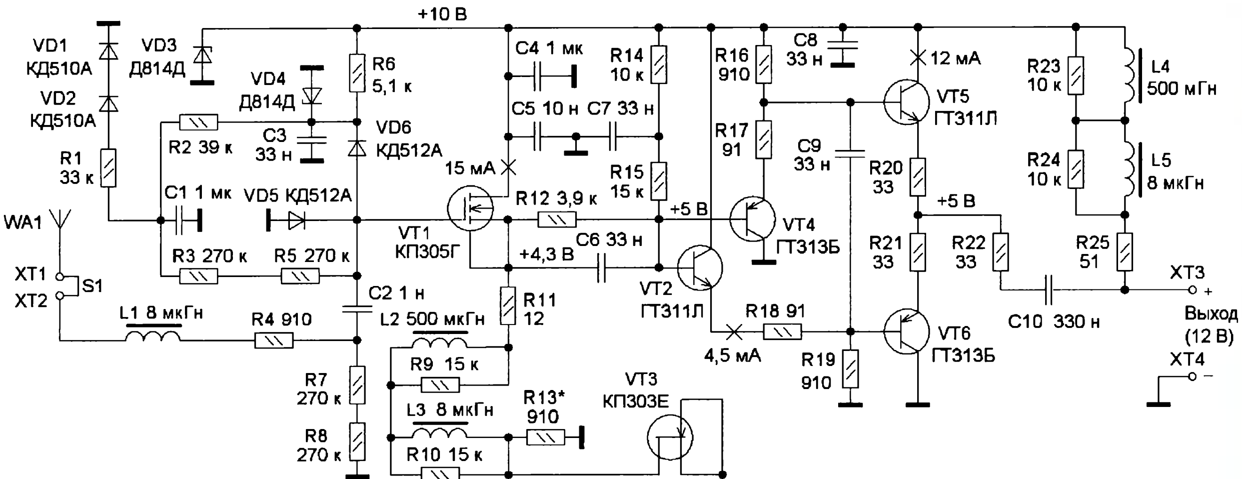


Рис. 21

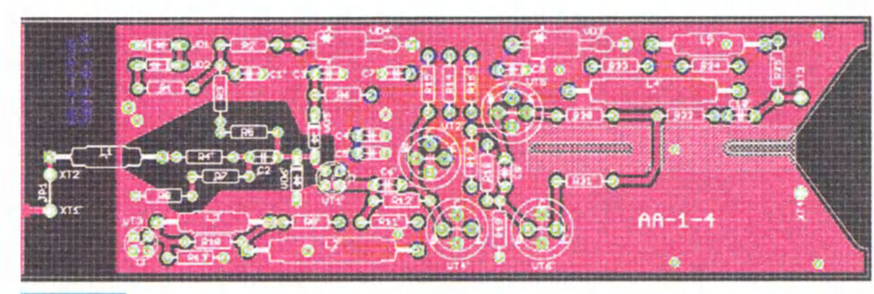


Рис. 22

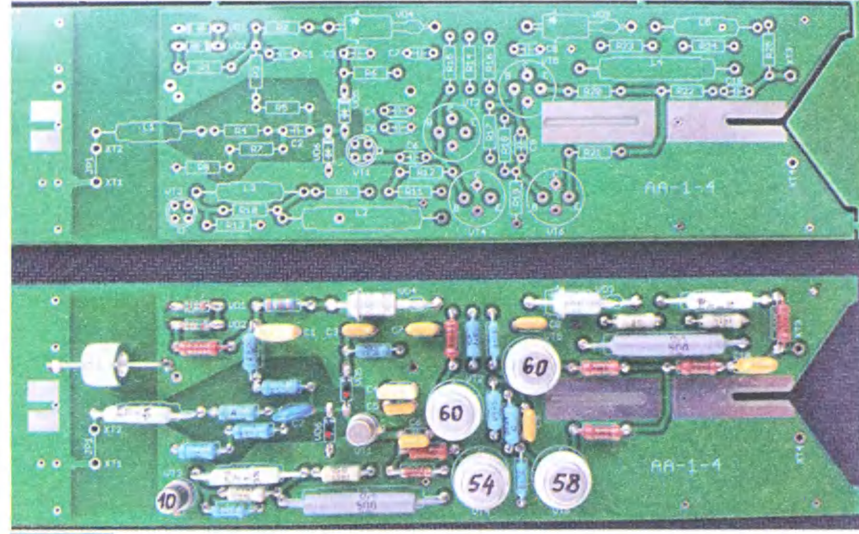


Рис. 23

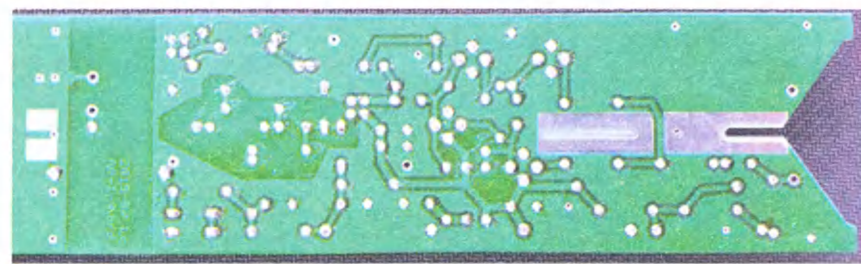


Рис. 24

Как оказалось, при предварительном исследовании КП305Г его температурная зависимость по минимуму IM более существенная, чем у транзистора 2SK544. Элементы R13 и VT3 формируют зависимый от температуры ток истока транзистора VT1, при котором сохраняются минимальные искажения. Ток через транзистор VT3 примерно в два раза больше тока через резистор R13. При снижении температуры и росте тока стока увеличивается напряжение затвор—исток. Это изменение компенсируется диодами VD1 и VD2. В итоге напряжение сток—исток не меняется, что также важно для минимизации искажений.

Резисторы R9—R11 и дроссели L2 и L3 создают большой широкополосный импеданс как важную предпосылку для малых искажений в ИП. Вариант с дросселями позволит при больших импульсных перепадах напряжения избежать изменения импеданса, при этом отсутствует жёсткое ограничение. Этот момент был отмечен несколькими пользователями такой АА и получил название "эластичность к импульсам".

Защитные диоды VD5 и VD6 работают с большим закрывающим напряжением, поэтому они никак не повлияют на линейность. Дроссель L1 в сочетании с суммарной входной ёмкостью АУ образует трансформирующее Г-звено и обеспечивает прирост усиления на частотах 22...30 МГц. Выше частоты 30 МГц этот узел работает как ФНЧ для защиты от внеполосовых сигналов.

Резисторы R9, R10 и R23, R24 предотвращают паразитные последовательные резонансы. Резисторы R11 и R25 улучшают развязку на УКВ и СВЧ, а резисторы R20—R22 обеспечивают выходной импеданс 50 Ом. Для кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом надо увеличить сопротивление резистора R22 до 56 Ом. На **рис. 22** показана топология печатной платы, а на **рис. 23** — пустая и смонтированные платы. На **рис. 24** показана печатная плата со стороны, свободной от деталей. Она обеспечивает малую ёмкость проводников к общему проводу, но при

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

этом общий провод имеет хорошую целостность.

Сначала надо установить все резисторы, кроме R12 и R14, дроссели и диоды, конденсаторы не устанавливать. Подать на стабилитрон VD3 напряжение +10 В и проверить смещение на затворе транзистора VT1, оно должно быть 4,8 В. Предварительно надо подобрать транзистор КП303Д, КП303Е или КП307Г с начальным током 8...10 мА. Подбирают транзистор VT1, чтобы напряжение на истоке было в интервале 4,3....4,8 В. Потом подборкой резистора R13 устанавливают ток стока 15 мА транзистора VT1. Подборкой резисторов R12 и R14 устанавливают напряжение +5 В на базах транзисторов VT2 и VT4, при этом сопротивление резистора R12 должно быть в пределах 1...3,9 кОм.

усиления и нет грубой интермодуляции.

В этой АА при входном сигнале 2×300 мВ уровень интермодуляционных искажений не превышает –80 дБ и только при сигнале 2×4 В приближается к "стандарту" — IM_3 = –40 дБ, вот такая стойкость к атмосферным помехам! При этом IM_2 остаётся меньше –60 дБ.

По коэффициенту передачи тока у транзисторов VT2 и VT4 допускается разница до 30 %, у транзисторов VT5 и VT6 желательно не более 10 %. В целом линейность АА ограничена свойствами выходного усилителя, его режима по току и запаса по напряжению питания.

Проверку АА на предельную чувствительность хорошо делать летом в утренний час, когда у соседей ещё не включена домашняя аппаратура и атмосфера спокойная. С антенным элементом длиной 100 см антенна выдаёт спектр, показанный на **рис. 25**, (июнь 2019 г., город на южном Урале).

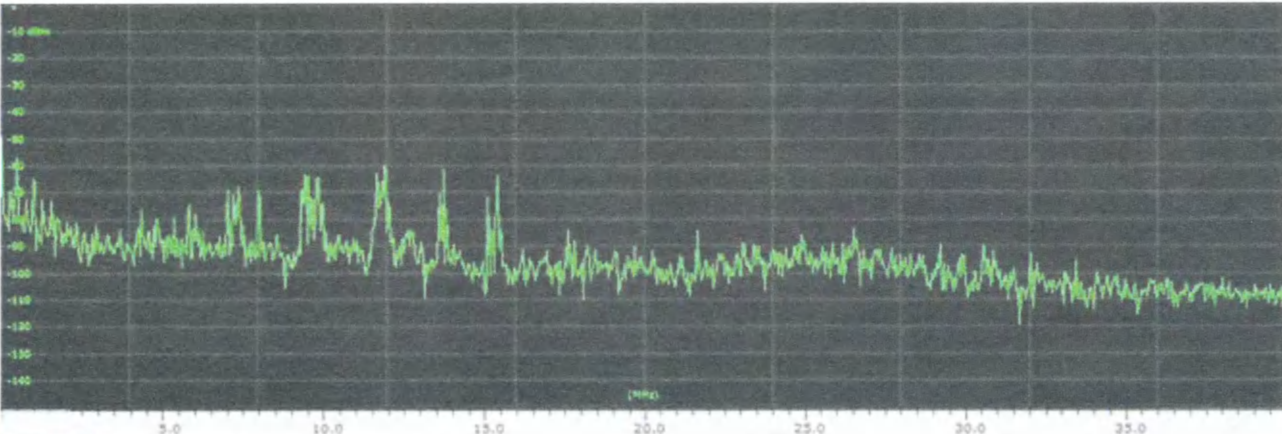


Рис. 25

Собственные шумы SDR Perseus в режиме SPAN лежат на уровне –110 дБ, а если вход АУ соединить с общим проводом, шумовой фон составляет ровно –107 дБ по всему спектру с учётом аттенюатора 6 дБ на входе приёмника. $К_ш$ этой АА составляет 8...9 дБ на средних КВ-диапазонах и примерно 5 дБ на высокочастотных КВ-диапазонах при согласовании АЭ с входным транзистором. Таким образом, достигается сопряжённый ДД в комбинации АА и приёмника, почти без ущерба соотношения сигнал/шум.

При R4 = 910 Ом АА защищена от импульсов размахом 100 В или импульса длительностью 10 мс амплитудой 400 В, что сочетается с порогом защитных газоразрядников для эксплуатации этой АА на высоком здании.

Газоразрядник (70...90 В) предусмотрен на более поздних версиях печатной платы. Входная ёмкость АУ при этом повышается на 0,5 пФ до 4 пФ, но это ухудшение более чем нейтрализуется отличной позицией антенны на крыше.

Этот эксперимент в историческом контексте завершился успехом, и АА может полноценно работать вместе с профессиональной РПА 1970-х и 1980-х годов, а также раскрыть все возможности современных качественных SDR в широкополосном режиме.

Устанавливают все конденсаторы и германиевые транзисторы, проверяют режимы по постоянному напряжению. В связи с применением германиевых транзисторов из 1970-х годов рекомендуется тщательная их входная проверка по коэффициенту передачи тока $h_{21э}$, который должен быть не менее 35, желательно 50, и обратному току коллектора, который должен быть менее 10 мкА (при установке резистора сопротивлением 1 кОм между базой и эмиттером). Транзисторы следует паять быстро, чтобы их не перегреть.

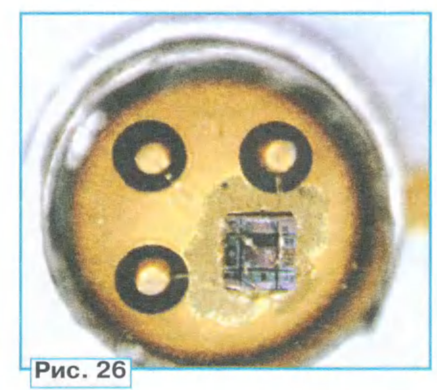
Измерение входной ёмкости АУ (без L1 и R4) дало превосходный результат — 3,6 пФ, это — предпосылка хорошего приёма до частоты 30 МГц. АЧХ самого усилителя для больших сигналов тянется до частоты 30(36/70) МГц на уровне 0(–3/–20) дБ. Тем самым антенна считается полноценной для диапазона 0,03...30 МГц. Нижняя граница зависит от дросселей, в том числе и в инжекторе питания.

Все параметры выдерживаются при напряжении питания 12±1 В (потребляемый ток — 37 мА) на коаксиальной линии и в температурном интервале от –40 °С до +50 °С, но требуется защита от прямых солнечных лучей или ИК-отражающая покраска корпуса усилителя. Как многие устройства на германиевых транзисторах, при напряжении питания +3 В АА уже жива и стабильно отзывается, при напряжении 5 В достигает 80 %

О транзисторах серии КП305

Этот транзистор, на конструкторскую радость, выпускается и в наше время, но на него не было никогда, и нет в наши дни полноценной документации в общем доступе. Поэтому ниже приведена полезная информация к выпущенной за почти 50 лет противоречивой документации.

Этот транзистор имеет удачную и надёжную конструкцию, на **рис. 26** он показан в раскрытом виде. Кристалл установлен на толстый металлический "горшок", который запрессован во внешний колпак, и прямо под кристаллом сделан вывод корпуса (подложка). Кристалл вырезан с запасом 300 % по площади, всё это способствует эффективному теплоотводу, а по документации транзистор заявлен на очень скромную тепловую нагрузку. Если на печатной плате предусмотреть двухстороннюю металлизацию к выводу корпуса, к истоку и стоку провести широкие печатные проводники, можно существенно расширить пределы допустимого тока, указанные в документации.


Рис. 26

У транзистора КП305 ток затвора всегда практически нулевой и на практике не превысит 1 нА для всех изделий. Особо низкий ток (несколько пикоампер) гарантируется для транзистора КП305Б. У транзисторов этой серии нет защитных диодов в составе кристалла (как и у КП306 и КП350), в отличие от многих современных ПТ для бытовой РЭА. Для разработки уникальных устройств это подарок.

Транзисторы при работе в параболической части ВАХ (0...10 мА) обладают большим выходным сопротивлением (6...10 кОм), что выгодно для смесителей с резонансным выходом. КП305 разделяют на две группы по максимальному допустимому напряжению UСИ. Для транзисторов КП305А—КП305Г это напряжение 30 В, а для КП305Д—КП305И — 15 В. Поэтому для АА высшей категории подходят транзисторы из первой группы. Для многих узлов в приёмных трактах можно спокойно брать транзисторы из второй группы.

Полная путаница возникает при анализе документации по крутизне и по расположению ВАХ вдоль оси напряжения смещения, таблицы и графики зачастую противоречивы. Чаще всего режимы указаны при токе стока 5 мА и напряжении питания 10 В, и это скорее не случайно. У всех КП305х на передаточной характеристике имеется точка идеальной термостабильности при токе 4...6 мА, и эта точка находится в середине параболической части ВАХ всех транзисторов серии КП305. Разница между изделиями состоит лишь в необходимом для этого напряжении на затворе. Также все транзисторы серии КП305х можно одинаково вывести на "горку" по крутизне, и тут стоило бы только определить соответствующее напряжение смещения на затворе. На "горке" крутизна примерно в 1,5...2 раза больше (чем при токе 5 мА), а ток в 3...4 раза больше.

В отличие от многих современных ВЧ/СВЧ MOSFET транзисторов, у КП305х правильное напряжение смещения найдётся в пределах нескольких вольт. По напряжению смещения для тока стока 5 мА хорошо совпадают КП305А, КП305Д, КП305Б, КП305Е (с плюсовым напряжением на затворе), КП305В и КП305Ж (с малым плюсовым или нулевым напряжением), КП305Г и КП305И (с умеренным минусовым напряжением).

Транзистор КП305А открывается при напряжении на затворе несколько вольт относительно истока (замкнут с подложкой), и пик крутизны может быть при напряжении +5...+8 В. Этот транзистор пригоден для коммутаторов (ключ) или смесителей в параболической части ВАХ, резонансных УВЧ/УПЧ с малым током покоя.

Транзисторы КП305А, КП305Д и КП305Б при нулевом смещении практически не имеют существенной проводимости канала, в редких случаях начальный ток может составлять 1...2 мА, при напряжении на затворе –0,5 В канал надёжно заперт. Сопротивление канала при нулевом смещении составляет от нескольких килоом до мегаом. Ток стока 5 мА устанавливается при напряжении на затворе +0,2...+1,5 В, однако для КП305Б, КП305Е это может быть +2 В. Хороший режим "на горке" у этих транзисторов наступает при напряжении смещения +2...+3,5 В для КП305Б, КП305Е. Эти транзисторы хорошо "дружат" с КМОП-микросхемами (+5 В), и их можно использовать как пассивный смеситель, драйвер для передатчика, коммутатор слабых сигналов. Необходимое значительное напряжение смещения хорошо сочетается с организацией работы защитных диодов при обратном смещении.

Совершенно другая картина имеется с транзисторами КП305Г, КП305И. Они при нулевом смещении могут быть уже "на горке" крутизны, и канал имеет сопротивление 60...120 Ом. Канал проявляет первые признаки проводимости уже при напряжении на затворе –2...–1 В. В этом плане они могут быть заменой транзисторов 2SK544F, 2SK241GR или даже J310. Однако режим "на горке" у этих транзисторов найдётся в лучшем случае при нулевом смещении, чаще всего при +0,5...+1,5 В.

Транзисторы КП303В, КП303Е, КП303Ж занимают промежуточную позицию, у них при нулевом смещении сопротивление канала 150...500 Ом, начальный ток может составлять 3...9 мА. Пик по крутизне достигается при плюсовом напряжении на затворе +1...+4 В, в зависимости от протяжённости ВАХ. Эти транзисторы очень удобно применять в схеме с общим затвором, например, в качестве УПЧ после диодного смесителя или в усилителе для рамочных активных антенн на диапазоне КВ. С нулевым смещением на середине параболической части ВАХ он удобен как смеситель, даже удобнее, чем JFET.

По современным меркам транзисторы серии КП305 — это, по сути, несколько разных транзисторов, и они должны были бы иметь разное название. Этот момент сильно мешает широкому применению транзисторов серии КП305 (и других отечественных ПТ) в массовом производстве, несмотря на их отличное качество.

В АА для Е-поля предпочтительно применять транзисторы КП305А, КП305Б, КП305Д в схемах с ОИ и КП305Г, КП305И в схемах ИП.

По шуму можно всё испортить или исправить с помощью напряжения смещения. На частотах от 30 МГц до 120 МГц нужно оптимально подобрать трансформацию импеданса источника к импедансу затвора (15...2 кОм). Для РЭА до 100 МГц можно без особых усилий обеспечить КШ не более 3 дБ. Для работы выше 120 МГц в наше время есть лучшие технические решения, и не стоит "выжимать" желаемые параметры из этого транзистора. Также нужно всегда оценить правильный компромисс между предельной чувствительностью и линейностью, и тут КП305х легко может за счёт линейности обеспечить более чистый приём, чем слабый сверхчувствительный транзистор. Легче выиграть 3 дБ по линейности и удлинить АЭ, что даст выигрыш 3 дБ по шуму.

***От редакции**. Чертежи печатных плат и дополнительные материалы находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/AA-6.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Окончание шестой части следует)

Устройство защиты АС и УМЗЧ

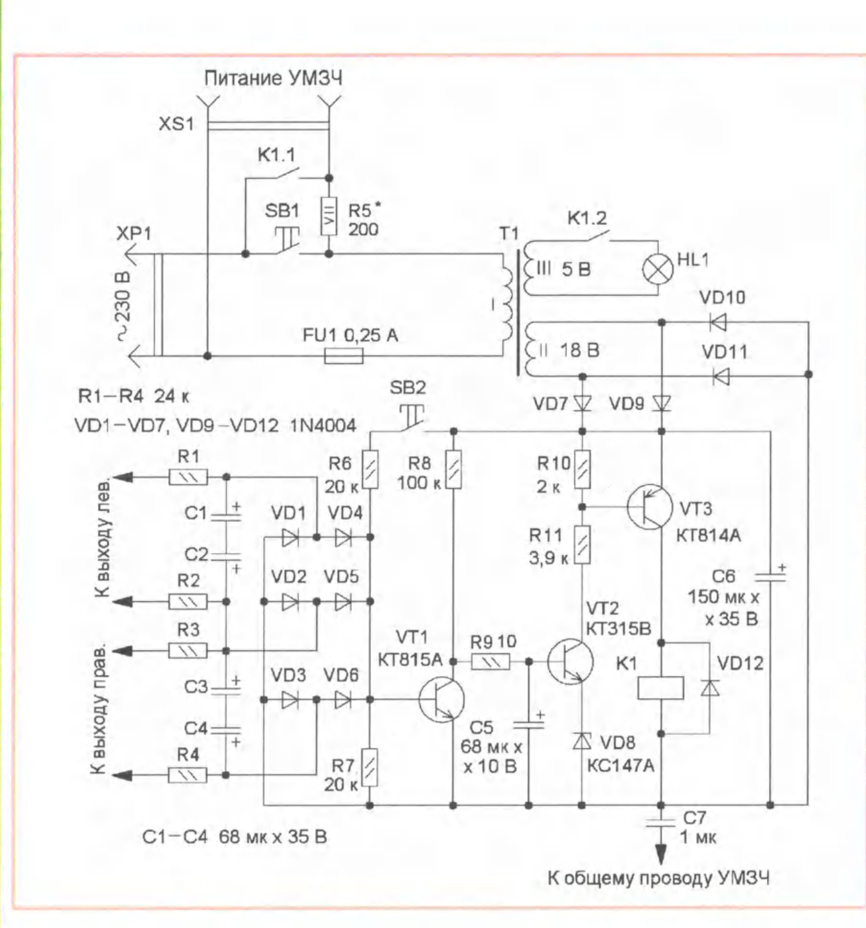
Ю. НЕЧАЕВ, г. Пермь

Для защиты различной радиоэлектронной аппаратуры от бросков тока или напряжения иногда применяют устройства так называемого плавного или мягкого включения. Защитную функцию в таком устройстве часто выполняет мощный резистор, включённый последовательно с первичной обмоткой силового трансформатора блока питания защищаемой аппаратуры. После плавной зарядки в нём всех конденсаторов в течение нескольких секунд устройство защиты с помощью контактов реле закорачивает резистор, и защищаемое устройство переходит в штатный режим работы.

В то же время существуют устройства защиты АС, которые отключают их от УМЗЧ в случае появления на них постоянного напряжения выше определённого значения. В таких устройствах АС подключается к выходу УМЗЧ через контакты реле. Но это может свести к нулю все старания повысить качество работы усилителей. В моей практике был случай появления больших искажений при воспроизведении музыки. После выяснения причины оказалось, что переходное сопротивление контактов реле, видимо, от окисления, стало большим и неустойчивым.

Такую ситуацию можно исключить за счёт применения высококачественного и поэтому дорогого реле или возложить защиту АС на устройство плавного включения. Оно сможет отключить питание УМЗЧ в случае появления постоянного напряжения на АС, защитив тем самым как её, так и сам УМЗЧ. Описание такого устройства защиты приведено ниже. Оно выполнено в виде отдельной приставки со своим источником питания. Его схема показана на **рисунке**. УМЗЧ подключают к гнезду XS1, и оба устройства в исходном состоянии обесточены. Для запуска устройства защиты надо нажать на

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



кнопку SB1 и удерживать её несколько секунд. Сетевое напряжение напрямую поступает на трансформатор T1, а через токоограничивающий резистор R5 — на блок питания УМЗЧ, где происходит плавная зарядка всех конденсаторов. Одновременно происходит зарядка конденсатора C5 через резисторы R8, R9. Когда напряжение на нём превысит 5,4 В, транзистор VT2 откроется, вслед за ним откроется транзистор VT3 и напряжение питания поступит на реле K1. Своими контактами K1.1 оно закорачивает резистор R5, и на блок питания УМЗЧ поступает полное напряжение сети.

После отпускания кнопки SB1 резистор R5 включён последовательно с первичной обмоткой трансформатора T1, что приводит к уменьшению напряжения на вторичных обмотках, но реле останется во включённом состоянии. Входы устройства защиты (резисторы R1—R4) подключают к выходам левого и правого каналов УМЗЧ. Конденсаторы C1—C4 подавляют переменное напряжение звуковой частоты. Диоды VD1—VD6 обеспечивают открывающее напряжение для транзистора VT1 в случае появления постоянного напряжения любой полярности на любом из выходов УМЗЧ. Если такое напряжение появится и окажется достаточным для открывания транзистора VT1, конденсатор C5 быстро разрядится через него и токоограничивающий резистор R9. В результате транзисторы VT2 и VT3 закроются, реле K1 будет обесточено и устройство вернётся в исходное состояние. Во время работы устройства нажатием на кнопку SB2 можно быстро отключить устройство от сети. Во избежание срабатывания устройства защиты от наводок нижний по схеме вывод конденсатора C7 надо соединить отдельным проводом с общим проводом УМЗЧ.

Применён резистор ПЭВ-7,5, остальные — МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, конденсатор C7 — плёночный серии K73. Реле — с номинальным напряжением 24 В и контактами, рассчитанными на работу в сети 230 В. Кнопка SB1 (с самовозвратом) должна быть рассчитана на коммутацию сетевого напряжения. Кнопка SB2 (с самовозвратом) — любая малогабаритная. Был применён имеющийся в наличии маломощный силовой трансформатор T1 с двумя вторичными обмотками. От одной (II) переменное напряжение 18 В поступает на выпрямительный мост на диодах VD7, VD9—VD11, а после выпрямления (24 В) пульсации сглаживает конденсатор C6. Напряжением 24 В питаются основные узлы устройства защиты. От другой вторичной обмотки (III) переменное напряжение 5 В через контакты реле K1.2 поступает на индикаторную лампу HL1 (6,3 В), которая светит, когда на трансформатор T1 поступает напряжение сети. Но подойдёт и трансформатор с одной вторичной обмоткой на напряжение 18 В. В этом случае в качестве индикатора включения можно применить светодиод, который включают последовательно с резистором сопротивлением 10 кОм и подключают к реле K1 (с соблюдением полярности светодиода).

Элементы для поверхностного монтажа (SMD — Surface Mounted Device) всё более и более проникают в радиолюбительскую практику. Вместе с ними появляется и необходимость в соответствующем оборудовании, так как обычного паяльника иногда бывает уже недостаточно. Вместо паяльника при изготовлении плат с такими элементами часто используют термостатированный фен, а в профессиональных целях — инфракрасные станции. И то, и другое предназначено для прогрева платы сверху, но для качественного монтажа желателен и её подогрев снизу. Для этого используют так называемые нижние подогреватели, которые предотвращают коробление платы и растрескивание керамических компонентов из-за перепадов температуры. Кроме этого, предварительный нижний подогрев платы позволяет сократить и время прогрева элементов на ней сверху, что снижает риск повреждения элементов из-за перегрева.

Вряд ли найдётся радиолюбитель, оспаривающий полезность подогрева платы снизу, но в радиолюбительской практике использование таких нагревателей пока ограничено. И связано это прежде всего с тем, что такое оборудование предназначено, как правило, для профессионалов, а значит, оно недешёвое. В то же время потребность в доступных по цене подогревателях есть, и радиолюбители приобретают готовые изделия или изготавливают их самостоятельно. Для нагревателей не лишним будет терморегулятор, который позволит установить необходимую температуру. Описание такого регулятора приводится далее. Он предназначен для совместной работы с так называемой нагревательной панелью с термостатом [1]. Основное её назначение — нагрев плат с керамическим или алюминиевым основанием, типичными представителями вторых являются платы светодиодных сетевых осветительных ламп и различные светодиодные модули. Особенностью применённого нагревателя является наличие в нём встроенного термостата — позисторов или резистивных элементов с PTC — Positive temperature coefficient (сопротивление возрастает с увеличением температуры). Это обеспечивает быстрый нагрев и ограничивает максимальную температуру. По крайней мере, заявленное в описании нагревателя время прогрева до рабочей температуры 30 с близко к истине. Рабочая температура поверхности нагревателя составляет 250±10 °С, что вполне достаточно для оперативной замены вышедших из строя SMD-компонентов.

Но такая высокая температура для некоторых типов плат недопустима или нежелательна, поэтому возможны несколько вариантов решения этой проблемы. Первый вариант — изготовить специальный держатель, который обеспечит расстояние несколько сантиметров от нагревателя до платы, и оснастить эту конструкцию полноценным микропроцессорным регулятором температуры с развитыми управлением и индикацией. Такой вариант приве-

Терморегулятор для подогревателя плат

Ю. БУЛЫЧЕВ, г. Омск

дён в [2], причём эта конструкция по своим параметрам близка к профессиональным подогревателям плат.

Второй вариант — ввести между поверхностью нагревателя и платой теплоизолятор. Автор проводил эксперимент с так называемой губкой для очистки паяльника толщиной 1,2 мм и получил удовлетворительные результаты, за исключением того, что эта губка при температуре 250 °С немного подгорает. В качестве дешёвой альтернативы можно использовать паронит, но он содержит асбест, что может быть вредным.

Третий вариант — оснастить нагреватель простым терморегулятором и осуществлять нагрев прямым контактом поверхности нагревателя с подогреваемой платой, проще говоря, класть плату прямо на металлическую поверхность нагревателя. Для тех, кто по каким-либо причинам не приемлет прямой тепловой контакт, можно предложить теплопроводящую прокладку "Номакон", которая часто используется для электроизоляции транзисторов, тиристоров и т. д. от теплоотвода. Кроме этого, на Алиэкспресс продаётся теплопроводящая губка с липким слоем, которая отличается от "Номакона" тем, что не является электроизолятором, но в нашем случае этот недостаток не имеет никакого значения.

Автором был использован последний вариант, а схема терморегулятора показана на **рис. 1**. Схема относительно проста, в ней, например, отсутствует гистерезис, а компаратор выполнен на ОУ. Эта простота обусловлена тем, что требуемые для такого рода регулятора свойства уже имеются в использованных в устройстве элементах. У симистора, в отличие от транзистора, есть одно очень полезное в данном случае свойство, если он откроется, то останется в этом состоянии до конца протекания через него тока, в данном случае до окончания проходящей через него полуволны сетевого напряжения. Иначе говоря, первый же открывающий импульс откроет симистор, и последующий за этим дребезг уже не будет влиять на симистор до окончания полуволны сетевого напряжения. Кроме того, в применённом оптроне MOC3083M встроен узел "перехода через ноль". Это означает, что симистор открывается не при каждом управляющем импульсе на выходе компаратора, а только при том, который обеспечит открытие симистора вблизи перехода через ноль сетевого напряжения. Это исключает фазовое управление, обеспечивая снижение помех от регулятора. Поэтому в качестве компаратора можно использовать обычный ОУ и не применять какихлибо дополнительных средств для стабилизации управления симистором.

К разъёму XT1 подсоединён термодатчик, в качестве которого использована термопара типа K [3], её горячий спай вставлен в нагреватель со стороны проводов нагревательного элемента. Для усиления сигнала термопары использована распространённая в Интернете схема усилителя на ОУ DA1.1 с однополярным питанием и термокомпенсацией на диоде VD1. Этот диод должен располагаться вблизи от разъёма XT1, к которому подключена термопара. В данном случае эта термокомпенсация весьма желательна, поскольку плата терморегулятора установлена в металлический корпус, к которому через металлические же стойки прикреплён нагреватель, т. е. часть тепла от нагревателя неизбежно передаётся на корпус, а значит, и на плату терморегулятора.

Терморегулятор имеет два режима. Первый — "Подогреватель" — для стеклотекстолитовой платы, второй — "Керамика" — для плат с металлическим или керамическим основаниями. Режимы переключаются движковым переключателем SA1. Режим "Керамика" является штатным для этого типа нагревателя, он обеспечивается путём подачи на неинвертирующий вход компаратора на ОУ DA1.2 напряжения питания, которое заведомо больше напряжения на инвертирующем входе. В режиме "Подогреватель" с помощью многооборотного подстроечного резистора R5 устанавливают требуемую температуру нагрева, например 170...180 °С. Автор использовал для измерения температуры поверхности нагревателя мультиметр с входящей в его комплект термопарой.

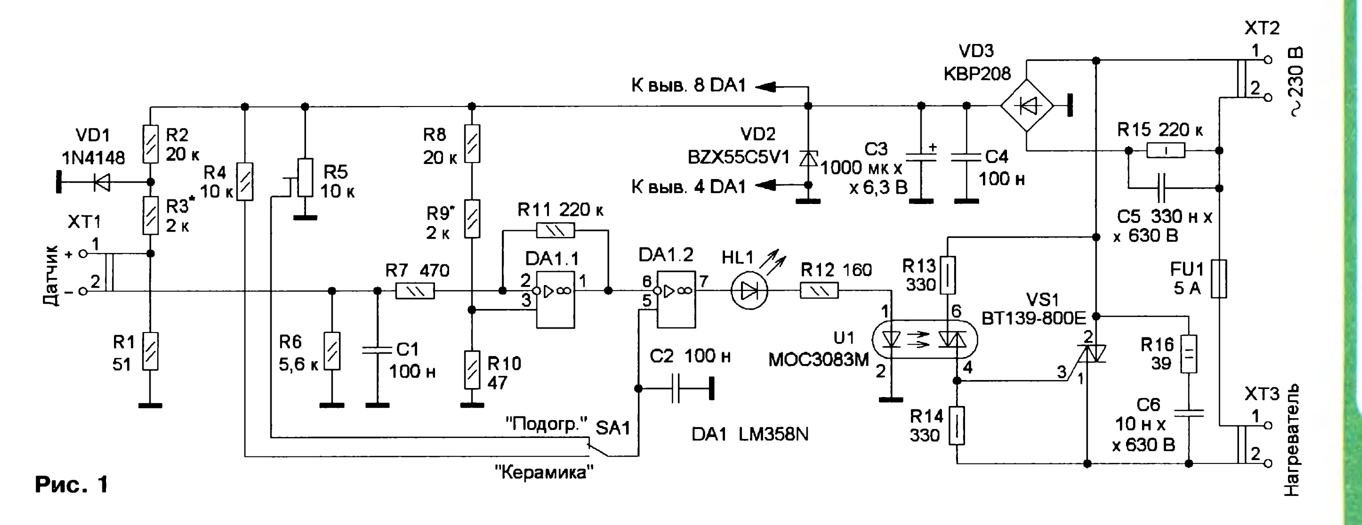
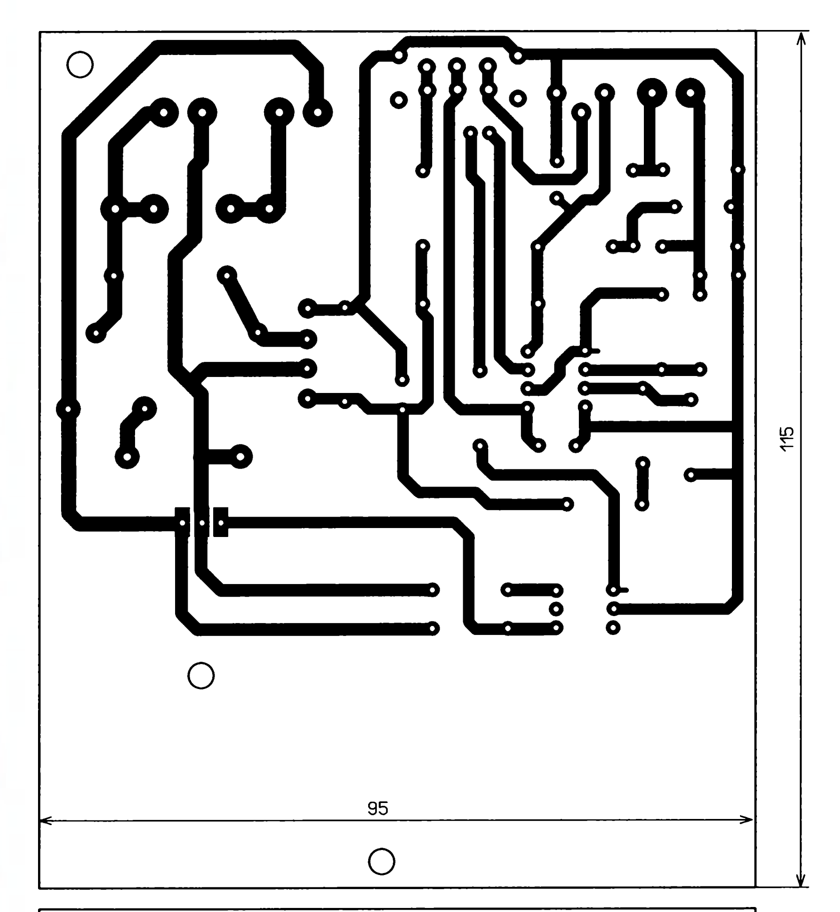


Рис. 1

Терморегулятор питается от сети от бестрансформаторного неизолированного источника питания на балластном конденсаторе C5, диодном мосте VD3, стабилитроне VD2 и сглаживающем конденсаторе C3, что требует особой осторожности при налаживании.

Наладка терморегулятора осуществляется следующим образом. Вынув термопару из нагревателя и отсоединив провода самого нагревателя от регулятора, включают режим работы "Керамика" и подают напряжение 230 В на разъём XT2. Измеряют напряжение на стабилитроне VD2, оно должно быть около 5,1 В. Если оно значительно меньше, придётся заменить конденсатор C5 конденсатором большей ёмкости. Не забываем при этом, что он должен быть рассчитан на работу в сети 230 В. Если напряжение на стабилитроне совсем немного меньше требуемых 5,1 В, конденсатор C3 можно не менять, устройство сохраняет свою работоспособность и в этом случае.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



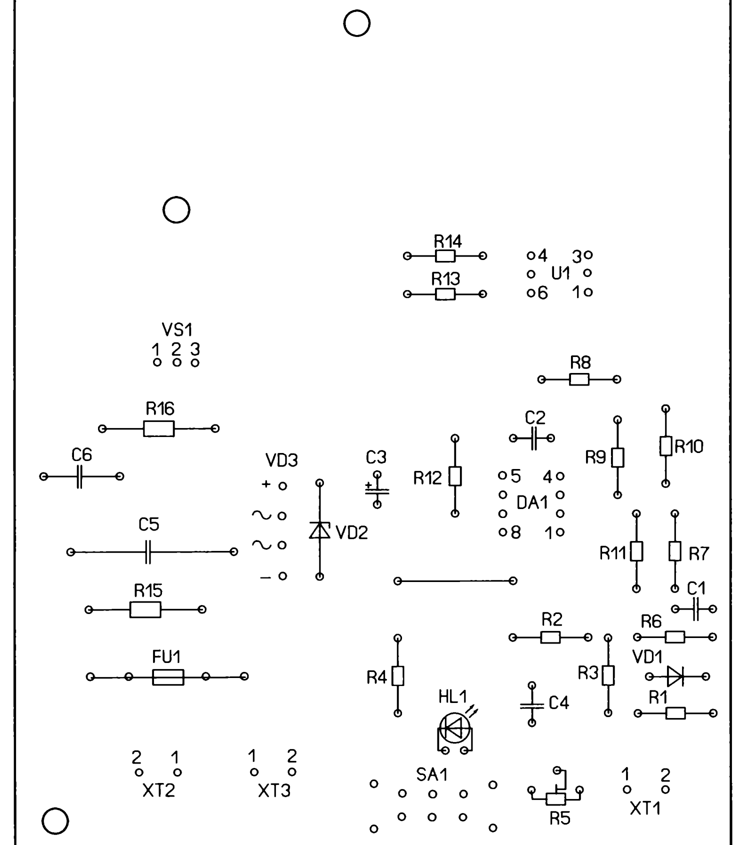


Рис. 2

Убеждаются, что светодиод HL1 светит, а на разъёме XT3 присутствует напряжение 230 В. Если этого напряжения нет, надо замкнуть выводы светодиода и проверить напряжение на разъёме XT3. Если это напряжение появилось, сопротивление резистора R12 слишком велико и надо установить резистор с меньшим сопротивлением. Переключаются в режим работы "Подогреватель" и сравнивают напряжение на неинвертирующем входе ОУ DA1.1 с напряжением на левом по схеме выводе резистора R7, первое должно быть не намного больше второго. Если это не так, то либо в монтаже ошибка, либо необходимо изменить сопротивление резистора R3. При положении движка подстроечного резистора R5 в верхнем по схеме положении напряжение на выходе ОУ DA1.2 должно быть близко к нулю, светодиод HL1 гореть не должен, а на разъёме XT3 не должно быть напряжения сети. По мере вращения движка подстроечного резистора R5 светодиод должен загореться, а на разъёме XT3 — появиться напряжение сети 230 В.

Отключают терморегулятор от сети, устанавливают движок резистора R5 в верхнее по схеме положение, вставляют термопару в нагреватель и подключают его к разъёму XT3. После подключения к сети светодиод гореть не должен, соответственно и нагреватель не должен нагреваться. Понемногу вращают движок подстроечного резистора до тех пор, пока светодиод не включится на полную яркость и соответственно начнётся нагрев. Спустя некоторое время яркость свечения светодиода уменьшится, он начинает гореть в "полнакала", это означает, что терморегулятор вошёл в режим регулирования температуры. Если в этом режиме измерить напряжение на нагревателе, то оно будет нестабильным и менее 230 В. Затем с помощью подстроечного резистора увеличивают температуру поверхности нагревателя до требуемого значения, контролируя её внешним измерителем температуры.

Чертёж печатной платы, изготовленной из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, показан на **рис. 2**. При изготовлении терморегулятора использованы постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный — СП5-2. Оксидный конденсатор — импортный, остальные — плёночные серии К73-17. ОУ LM358N в корпусе DIP8 можно заменить аналогичным других производителей. Симистор установлен на теплоотвод, представляющий собой дюралюминиевую пластину любого пригодного для платы размера, разъёмы XT1—XT3 — клеммники DG340-3.81-02P-12-00AH, переключатель — движковый двухпозиционный, диодный мост KBP208 можно заменить подходящим по корпусу с максимальным прямым током не менее 2 А и с допустимым обратным напряжением не менее 400 В. Стабилитрон BZX55C5V1 можно заменить другим маломощным с номинальным напряжением стабилизации 5,1 В. Плавкая вставка FU1 — ВПБ6-13 5А (S1014, 5,2×20 мм стекло), 250 В.

На **рис. 3** показана конструкция терморегулятора, совмещённого с нагревателем, который установлен на высоких стойках, причём, чем выше стойки, тем лучше, так как, во-первых, при этом меньше греется сам терморегулятор, а во-вторых, подогреватель исполняет ещё и функцию монтажного столика, а при работе с лупой чем выше столик, тем удобнее с ним работать.

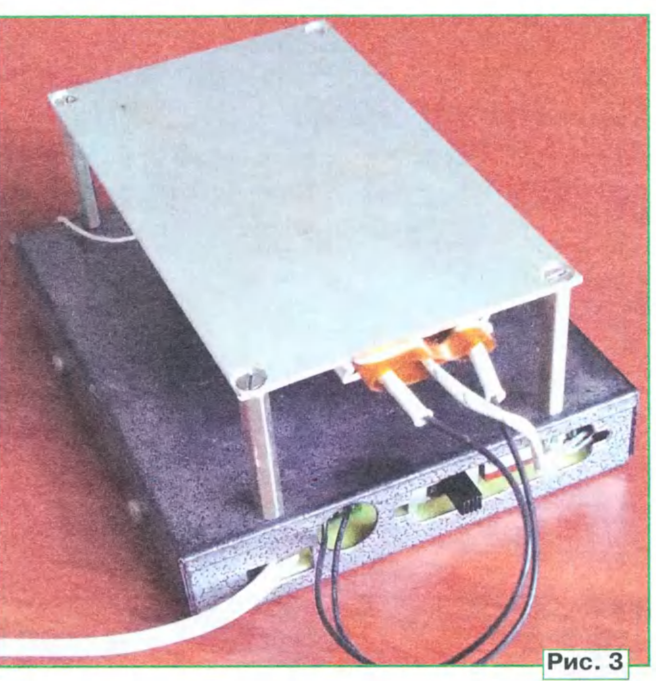


Рис. 3

Автор считает необходимым сообщить начинающим радиолюбителям, собравшим эту конструкцию, порядок пользования ею, например, при монтаже микросхемы:

— устанавливают подготовленную к пайке плату на подогреватель;

— размещают на посадочное место на плате подлежащую пайке микросхему;

— включают терморегулятор в сеть 230 В;

— ждут, пока светодиод станет светить вполнакала;

— с помощью фена припаивают микросхему;

— не снимая плату, отключают устройство от сети, ждут его остывания;

— снимают плату с подогревателя.

*Автор выражает признательность автору конструкции [2] **И. Ковалю** за консультации по конструкциям и особенностям пользования подогревателями плат.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Нагревательная панель с термостатом, 220 В, 400 Вт. — URL: **https://aliexpress.ru/item/1005003765245205.html?spm=a2g39.orderlist.0.0.285b4aa66KMm4a&_ga=2.173352289.358448826.1647342704-674633690.1645930696** (20.04.22).

2. Heater.rar, Scheme.pdf. — URL: **https://www.dropbox.com/s/zuzxaj141n11vi7/mega2.dp.ua_ 5cGs.zip?dl=0** (20.04.22).

3. Термопары типа K Pro. — URL: **https://aliexpress.ru/item/4000058599222.html?spm=a2g2w.productlist.0.0.58617565q66D5R&sku_id=10000000137273012** (20.04.22).

***От редакции.** Чертежи печатной платы в авторском и редакционном вариантах находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/nagrev.zip** на нашем FTP-сервере.*

Поскольку устройство не имеет гальванической развязки от сети, следует обратить особое внимание на то, чтобы вся термопара была помещена в надёжную и исправную изоляцию из термостойкого материала, например из стекловолоконной трубки ТСП-450, чтобы исключить отсутствие контакта между термопарой и элементами нагревателя или корпуса. Чтобы исключить возможность аварии, питать устройство целесообразно от отдельного источника питания с гальванической развязкой от сети, подойдёт стабилизированное ЗУ (5 В) сотового телефона. В этом случае элементы VD2, VD3, R15, C5 на плату не устанавливают, а напряжение питания подают на конденсатор C3.

Зарядное устройство для батареи кислотных аккумуляторов

М. ТКАЧУК, г. Алматы, Казахстан

Зарядное устройство (ЗУ) предназначено для зарядки кислотных свинцовых 12-вольтовых аккумуляторных батарей, а также для их тренировки проведением циклов зарядка—разрядка с целью восстановления ресурса и продления срока службы. Стимулом к построению этого устройства послужила необходимость иметь в своём распоряжении универсальное ЗУ, способное работать с кислотными аккумуляторными батареями разной ёмкости, включая автомобильные. Так как в распоряжении имелось ЗУ "Кедр авто 12В" 1991 г. выпуска, оно и было взято за основу для последующей модернизации. Алгоритм работы зарядного устройства оставлен прежним. Дополнительно введена плавная ручная регулировка тока зарядки, добавлены цепи автоматики на микроконтроллере (МК) PIC16F676 и встроенная нагрузка для режима зарядка—разрядка.

Основные технические характеристики

Номинальное напряжение сети, В 230
Номинальное напряжение заряжаемой батареи, В 12
Ток зарядки регулируемый, А . . . . .0...4
Сопротивление встроенного разрядного резистора, Ом 24
Максимальное напряжение батареи в режиме зарядки, В 14,4
Аварийное отключение батареи при понижении напряжения, В 10
Аварийное отключение батареи при повышении напряжения, В 15,5
Потребляемая мощность, не более, Вт 80
Режимы работы . . . ."Автомат" и "Цикл"

За основу зарядки батареи взят процесс, состоящий из двух этапов. На первом этапе, когда батарея полностью или частично разряжена, проводится зарядка током около 0,1С, где С — ёмкость аккумулятора в ампер-часах (А·ч). Зарядный ток не должен превышать указанное значение, в этом ЗУ

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

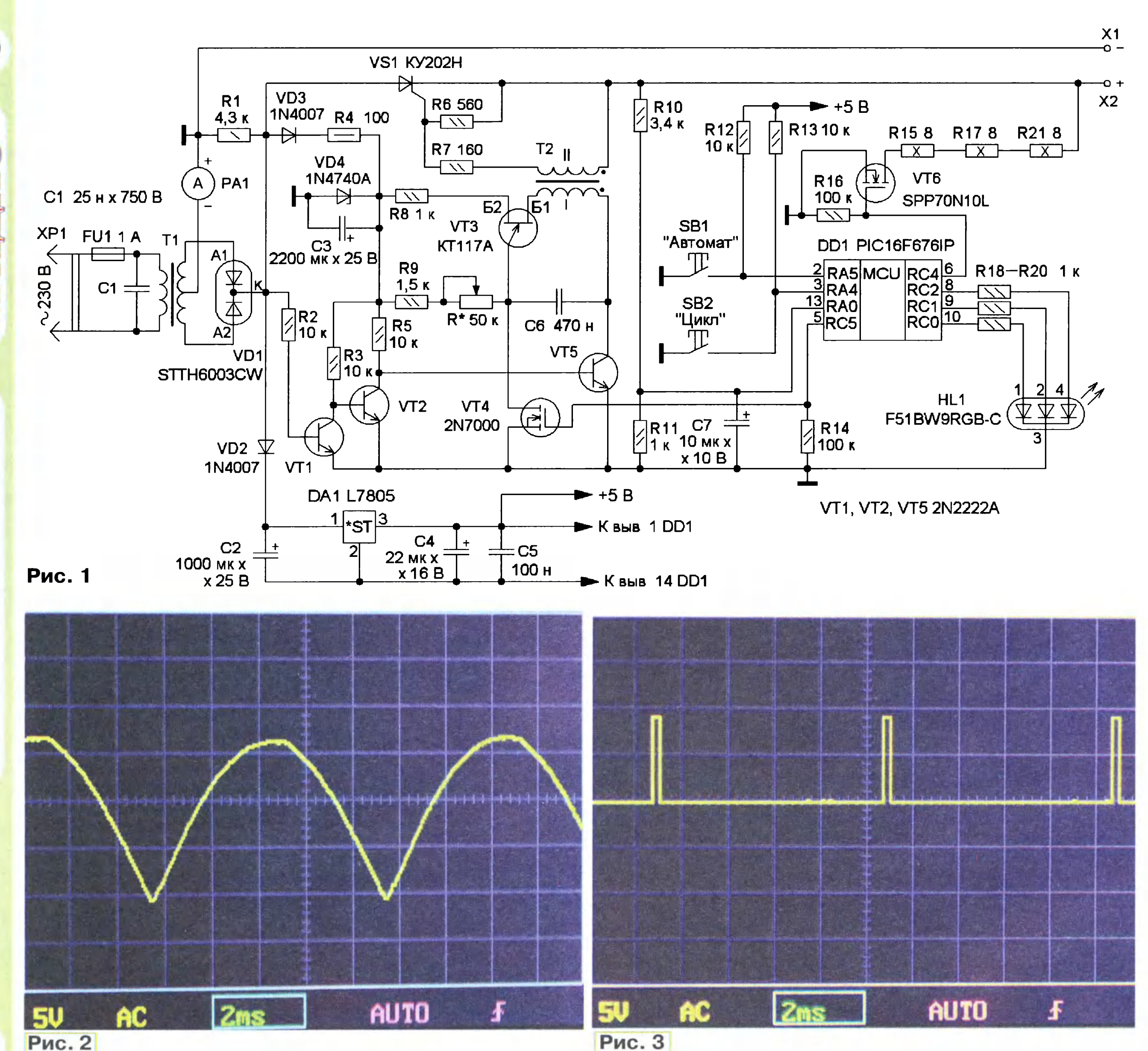


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

выставляется вручную. По мере зарядки растёт напряжение батареи и по достижении 14,4 В первый этап будет завершён — автоматика ЗУ прекращает зарядку батареи. Как правило, при первом достижении напряжения батареи 14,4 В она заряжается не полностью. За доведение батареи до полного заряженного состояния отвечает второй этап зарядного процесса. В этом режиме зарядка автоматически включается при напряжении 13,2 В и отключается при напряжении 14,4 В. По мере достижения полной зарядки длительность включения зарядного тока будет уменьшаться, а отключения увеличиваться. С некоторыми изменениями этот способ зарядки заимствован из [1]. Схема ЗУ показана на **рис. 1**. На трансформаторе T1 и диодной сборке VD1 выполнен зарядный выпрямитель. Через тиристор VS1 осуществляется зарядка аккумуляторной батареи, подключаемой к клеммам X1 и X2. Тиристор VS1 через развязывающий трансформатор T2 управляется регулятором — генератором импульсов, собранным на однопереходном транзисторе VT3, резисторах R8, R9, R* и конденсаторе C6. Питание на регулятор поступает через диод VD3 и стабилизировано параметрическим стабилизатором R4VD4. Конденсатор C3 — фильтрующий. Ручная регулировка зарядного тока производится переменным резистором R*. С небольшими изменениями номиналов деталей схема регулятора взята из [2].

Для обеспечения работы этого регулятора в режиме фазоимпульсного управления и при питании регулятора постоянным напряжением применён детектор прохождения сетевого напряжения через ноль. То есть осуществляется синхронизация работы регулятора с сетевым напряжением. Ответственны за это транзисторы VT1, VT2 и VT5 совместно с резисторами R2, R3, R5. Некоторое усложнение схемы направлено на то, чтобы при установке регулятором R* максимального зарядного тока обеспечить включение тиристора VS1 вблизи прохождения сетевого напряжения через ноль. Схема детектора ноля с некоторой адаптацией взята из [3].

Управление режимом работы, контроль и защита ЗУ реализованы на МК DD1. Трёхцветный светодиод HL1 обеспечивает индикацию режимов. Кнопкой SB1 включают режим "Автомат", а кнопкой SB2 включают режим "Цикл". Резисторы R12 и R13 подтягивают входы МК к напряжению +5 В. Транзистором VT4 управляет МК DD1 и обеспечивает включение или отключение регулятора зарядного тока. С резистивного делителя R10R11 на вход МК поступает напряжение заряжаемой батареи, которое он контролирует. Конденсатор C7 — фильтрующий. Силовой ключ на транзисторе VT6 подключает или отключает внутреннюю нагрузку в режиме "Цикл". Нагрузка составлена из трёх последо-

вательно включённых мощных резисторов R15, R17 и R21. На элементах DA1, C2, C4 и C5 собран стабилизатор напряжения +5 В, обеспечивающий питание микроконтроллера DD1.

Работает ЗУ следующим образом. Заряжаемую аккумуляторную батарею подключают к клеммам X1 и X2 с соблюдением полярности. Регулятор зарядного тока R* устанавливается в положение максимального сопротивления (движок в левом по схеме положении — минимальный ток зарядки). Вилку XP1 подключают в розетку электросети 230 В. Через плавкую вставку FU1 напряжение поступает на трансформатор T1. Конденсатор C1 подавляет импульсные помехи. После диодной сборки VD1 пульсирующее напряжение подаётся на анод тиристора VS1, а через диоды VD3 и VD2 получают питание регулятор тока зарядки и стабилизатор напряжения на микросхеме DA1. Также пульсирующее напряжение поступает через резистор R2 на вход детектора ноля — базу транзистора VT1. Резистор R1 является общим нагрузочным. Осциллограмма изменения напряжения на выводе K диодной сборки VD1 показана на **рис. 2**.

Выходной транзистор VT5 детектора ноля запускает работу регулятора зарядного тока строго после перехода сетевого напряжения через ноль. Осциллограмма напряжения на коллекторе VT5 показана на **рис. 3**. Здесь видны положительные импульсы длительностью примерно 0,4 мс в момент перехода сетевого напряжения через ноль, в этот момент транзистор VT5 закрыт и регулятор зарядного тока не работает. После окончания импульса транзистор VT5 открывается и подаёт питание на регулятор зарядного тока.

МК DD1 контролирует напряжение аккумуляторной батареи, если оно равно или менее 10 В, светодиод HL1 мигает синим цветом (вывод 4), и через открытый транзистор VT4 блокируется работа регулятора зарядного тока, поэтому тиристор VS1 остаётся закрытым. Так происходит защита ЗУ от подключения неисправной батареи. Но допустим, мы подключили батарею с остаточным напряжением более 10 В. МК DD1, после измерения её напряжения, подаст питание на вывод 1 светодиода HL1, и он станет светить красным свечением, обозначающим режим зарядки, после чего закроется транзистор VT4. Тем самым регулятор зарядного тока включается в работу.

Теперь переменным резистором R* устанавливают необходимый ток зарядки, ориентируясь на показания амперметра PA1. В зависимости от степени разряженности батареи и её ёмкости процесс зарядки будет идти некоторое время, достаточное для восстановления потерянной энергии. С повышением напряжения заряжаемой батареи ток зарядки будет уменьшаться, так как применённый регулятор зарядного тока не является стабилизирующим. Далее, при достижении напряжения на батарее 14,4 В светодиод HL1 станет светить зелёным (вывод 2), а красный погаснет. Одновременно с этим откроется транзистор VT4 и отключит зарядный ток.

Теперь напряжение батареи будет уменьшаться за счёт саморазрядки и утечки через измерительную цепь R10 и R11. Но эти потери энергии незначительны, основное снижение напряжения будет вызвано ещё не окончившимися химическими процессами. При снижении напряжения до 13,2 В опять включится режим зарядки. При этом транзистор VT4 закроется, а светодиод HL1 станет светить красным. В таком циклическом режиме дозарядки это ЗУ будет находиться постоянно, вплоть до отключения его от сети. О полном окончании процесса зарядки судят по длительным включениям светодиода HL1 зелёного свечения и коротким — красного. Таким образом, после включения ЗУ будет находиться в режиме "Автомат".

Нажатием на кнопку SB2 включается режим "Цикл". Микроконтроллер DD1 с вывода 8 подаст питание на вывод 4 светодиода HL1 (синий), а напряжением на выводе 5 откроет транзистор VT4, тем самым запрещая работу регулятора тока. Одновременно высоким уровнем на выводе 6 МК DD1 откроет транзистор VT6, и нагрузка из резисторов R15, R17 и R21 подключится к выводам батарей для её разрядки. Её продолжительность задана программно и составляет 30 с. В течение этого времени также проводится контроль за напряжением разряжаемой батареи. Если в процессе разрядки из-за неисправности батареи напряжение понизится до 10 В, произойдёт отключение нагрузочных резисторов и светодиод HL1 включается синим цветом в мигающем режиме. Выйти из этого защитного режима можно, только отключив, а затем заново подключив ЗУ к сети.

При исправной батарее по истечении 30 с ЗУ автоматически перейдёт в режим зарядки батареи, при этом закроется транзистор VT6 и отключит нагрузочные резисторы. Одновременно светодиод HL1 сменит синее свечение на одновременно зелёное и красное, что укажет на то, что идёт зарядка батареи в режиме "Цикл". Продолжительность зарядки выбрана равной 60 с. Здесь следует заметить, что при повышении напряжения батареи до 14,4 В произойдёт автоматический переход в режим разрядки. Если же это напряжение не будет достигнуто, через 60 с будет осуществлён переход в режим разрядки. Так ЗУ работает в режиме "Цикл".

Из режима "Цикл" возможен переход в режим "Автомат" нажатием на кнопку SB1. Установка зарядного тока возможна в любом из этих двух режимов в то время, когда происходит зарядка батареи. Вне зависимости от того, в каком режиме — "Автомат" или "Цикл" — находится ЗУ, его отключают так: сначала вынимают вилку из розетки, а затем отсоединяют заряжаемую батарею.

Микроконтроллер DD1 работает под управлением кодов, загруженных в его программную память из hex-файла **bat_charger.hex**. Исходный текст программы содержится в файле **bat_charger.mbas**, который написан на языке MikroBasic. В этом файле также приведены подробные комментарии касательно исполняемых программных строк.

Все элементы ЗУ размещены в корпусе от заводского ЗУ "Кедр авто 12В". Также от него использованы некоторые узлы и детали — трансформатор T1, теплоотвод, плавкая вставка FU1 с держателем, конденсатор C1, амперметр PA1 и тиристор VS1. Тиристор и диодная сборка VD1 закреплены непосредственно на теплоотводе. Сетевой шнур был заменён на шнур питания от настольного компьютера, а на тыльной стороне корпуса было установлено ответное гнездо XP1. Резисторы R15, R17 и R21 в керамических корпусах сложены в пакет, обёрнуты алюминиевой лентой и закреплены на тыльной стороне корпуса. Для подключения к заряжаемой батарее использованы соединители типа "крокодил" и одиночные провода в изоляции, сечение токопроводящих проводников которых не менее 2,5 мм^2.

Все остальные детали смонтированы на макетной плате размерами 73×73 мм с применением проводного монтажа. На лицевой стороне платы установлены кнопки SB1, SB2 и трёхцветный светодиод HL1, располагаются они так, чтобы совпали с отверстиями в передней панели корпуса. Другие детали расположены с тыльной стороны платы. МК установлен в панель, позволяющую при необходимости его вынимать. Для оси резистора R* просверлено отверстие в передней панели, сам резистор крепится гайкой на макетной плате. Переменный резистор может быть любого типа, с небольшими габаритами, и чтобы ось была достаточной длины для крепления на неё ручки. Его выводы подключают так, чтобы при вращении оси вправо до упора его введённое сопротивление было равно нулю. В качестве развязывающего трансформатора T2 был использован готовый, взятый из блока питания люминесцентной лампы мощностью 30 Вт. Этот трансформатор с двумя одинаковыми обмотками был установлен на входе блока питания лампы для подавления помех. Измеренная индуктивность каждой из обмоток составляла около 4 мГн. В случае отсутст-

Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

вия такого трансформатора можно изготовить его самому по рекомендациям из [2]. Вид собранного ЗУ со стороны передней панели показан на **рис. 4**.

Несколько слов о делителе напряжения на резисторах R10 и R11, от него зависит точность измерения напряжения на аккумуляторной батарее. Есть два варианта подбора этих резисторов. Первый из них — это точный подбор сопротивлений резисторов R10 и R11 в соответствии с сопротивлениями, указанными на схеме. И второй — точное измерение имеющихся в наличии сопротивлений, близких к указанным на схеме и занесение измеренных значений в **таблицу1.xls**. Эта таблица создана в программе Excel и позволяет автоматически рассчитать коэффициенты, которые затем заносят в программную память МК DD1, они необходимы для правильной работы АЦП МК. Без этой таблицы не обойтись при желании изменить значения напряжений, используемых при работе этого ЗУ, например, для зарядки аккумуляторной батареи с другим номинальным напряжением. Естественно, что после внесённых изменений потребуется компиляция программного кода, загружаемого в МК.

После сборки, проверки правильности монтажа, загрузки исполняемых кодов в МК приступают к налаживанию ЗУ. Перед первым включением в сеть МК не устанавливают, к выходным соединителям подключают автомобильную лампу P21W мощностью 21 Вт. Вилку зарядного устройства подключают в розетку питающей сети. Мультиметром относительно общего провода проверяют наличие постоянного напряжения +10 В на конденсаторе С3 и напряжения питания +5 В (вывод 1 панели МК). Затем с помощью осциллографа, также относительно общего провода, проверяют форму напряжения на выводе К диодной сборки VD1 на соответствие рис. 2 и на коллекторе транзистора VT5 — на соответствие рис. 3.

Затем осциллограф подключают параллельно лампе P21W. Изменение положения ручки (сопротивления) резистора R* должно вызывать изменение яркости её свечения. Если всё происходит так, поворачивают ручку регулятора вправо до упора (нулевое сопротивление резистора R*). При этом изображение на экране осциллографа должно выглядеть, как показано на **рис. 5** (положение максимального зарядного тока). Если есть несоответствие, например, нарастание положительной части полуволны зарядного тока происходит с задержкой во времени, тем самым не вся мощность передаётся в нагрузку (на лампу). В этом случае подборкой резистора R9 добиваются требуемой формы напряжения. После этого можно проверить работу регулятора зарядного тока. Вращение ручки R* влево должно приводить к плавному погасанию контрольной лампы, при вращении вправо яркость должна увеличиваться до максимальной. На **рис. 6** показана осциллограмма напряжения на лампе для случая, когда установлено примерно 50 % тока зарядки. Если вращение ручки регулятора ни к чему не приводит и лампа не светит, необходимо ещё раз проверить монтаж и исправность деталей.

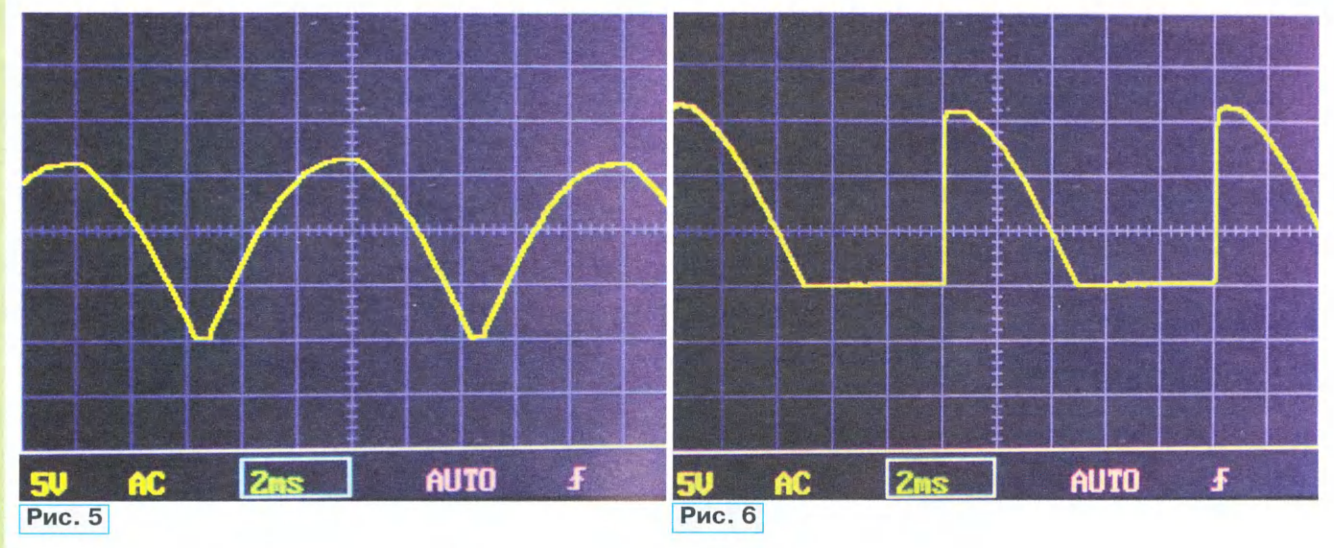


Рис. 5 Рис. 6

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, конденсаторы С1, С5, С6 — плёночные, остальные — К50-35 или импортные. Однопереходной транзистор — КТ117А—КТ117В. Может понадобиться подбор резисторов R7 и R6, так как чувствительность (ток управления) у разных экземпляров тиристоров КУ202 может отличаться.

После успешной предварительной проверки и налаживания ЗУ отключают от сети и отсоединяют контрольную лампу. Теперь можно приступить к заключительной проверке. Для этого вставляют в панель микроконтроллер DD1. К выходным соединителям, с соблюдением полярности, подключают аккумуляторную батарею с напряжением 12 В. Сетевую вилку ЗУ включают в розетку. Должен включиться режим зарядки, светодиод HL1 будет светить красным свечением. Ручкой резистора R* можно регулировать зарядный ток, ориентируясь на амперметр РА1. Дальнейшая работа ЗУ должна происходить в соответствии с описанным ранее и сопровождаться соответствующими изменениями цвета свечения светодиода HL1.

К недостаткам этого ЗУ следует отнести невозможность автоматического полного отключения устройства от сети после окончания зарядки, а сравнительно небольшой максимальный ток потребует значительного времени зарядки автомобильной аккумуляторной батареи ёмкостью более 40 А•ч. Кроме того, отсутствует температурная стабилизация зарядного тока, т. е. зарядку нежелательно проводить при комнатной температуре. И ещё один недостаток — это повышенный уровень излучаемых помех, связано это с фазоимпульсным методом управления тиристором.

Положительными сторонами устройства являются сравнительно небольшие габаритные размеры для устройств с трансформатором. Возможность оперативно регулировать ток зарядки позволяет производить зарядку аккумуляторных батарей разной ёмкости. Есть защита от подключения неисправной аккумуляторной батареи. Имеется защита от подключения заряжаемой батареи в неправильной полярности, при этом ЗУ отключается и выдаёт аварийный сигнал — светодиод мигает синим. Запустить ЗУ без подключённого заряжаемого аккумулятора также не получится, на его отсутствие будет указывать светодиод, мигающий синим.

В результате получилось компактное и удобное в эксплуатации ЗУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метод заряда аккумуляторной батареи IUoU. — URL: **https://wiki2.org/ru/Метод_заряда_аккумуляторной_батареи_IUoU** (20.05.22).

2. Регуляторы мощности. — URL: **https://rcl-radio.ru/?p=3190** (20.05.22).

3. Zero Crossing Detectors and Comparators. — URL: **https://sound-au.com/appnotes/an005.htm** (30.04.22).

***От редакции**. Указанные файлы и таблица, а также файлы для программирования микроконтроллера находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/zu.zip** на нашем FTP-сервере.*

Лабораторный блок питания со стабилизацией тока и напряжения

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

Предлагаемый вниманию читателей журнала лабораторный блок питания разработан на основе двух конструкций аналогичного назначения. Подробное описание этих блоков питания приводится в [1] и [2]. В блоках питания применены компенсационные стабилизаторы с непрерывным способом регулирования (двуполярный в [1]) напряжения и тока в [2]. В цепи ООС стабилизаторов происходит непрерывное автоматическое сравнение выходного напряжения (или части его) с образцовым напряжением. Сигнал ошибки усиливается и используется для управления регулирующим элементом (транзистором) так, чтобы уменьшить эту ошибку. В схеме стабилизатора тока [2] выходной ток преобразуется в напряжение на резисторе — датчике тока.

Схема предлагаемого блока питания показана на **рис. 1**. Питание стабилизатора осуществляется напряжением 16,5 В с обмотки II сетевого трансформатора Т1, переменное напряжение выпрямляется мостом VD1 с конденсатором фильтра С1. Управляющий узел стабилизатора выполнен по схеме сумматора на ОУ DA5, выходное напряжение регулируется в диапазоне от 0 до 15 В переменным резистором R21, верхний предел напряжения устанавливается подборкой сопротивления резистора R15. Образцовое напряжение 9 В снимается с параметрического стабилизатора, выполненного на резисторе R16 и стабилитроне VD6. Схема позаимствована из [1] с применением более современных электронных компонентов. Питание узла управления осуществляется с DC-DC преобразователя

Рис. 1

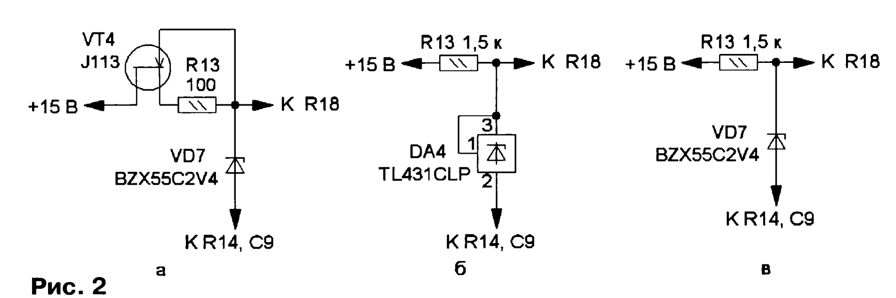


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2022

напряжения A1 серии AM2DN, который питается от интегрального стабилизатора на микросхеме DA1. Применение преобразователя позволило уменьшить число вторичных обмоток трансформатора T1. Сигнал управления с выхода ОУ DA5 дважды инвертируется транзисторами VT3 и VT1, это схемное решение сохраняет прямо пропорциональную зависимость выходного напряжения стабилизатора от сопротивления резистора R21 при одновременной защите выхода ОУ от перегрузок по току и напряжению.

Напряжение управления полевым транзистором VT5 поступает на затвор с коллектора транзистора VT1. Схема стабилизатора тока позаимствована из [2] с небольшими изменениями. Питание стабилизатора осуществляется от дополнительного источника, выполненного на выпрямителе VD2 с конденсатором фильтра C3 и интегральном стабилизаторе DA2 (плюсовое напряжение), а минусовое напряжение питания снимается с параметрического стабилизатора на элементах VD5, R11.

На полевом транзисторе VT4 с управляющим p-n переходом и каналом n-типа (стабилизатор тока) и интегральной микросхеме DA4 (стабилизатор напряжения) выполнен источник образцового напряжения (ИОН). Резистор R14 выполняет функции датчика тока, управляющий элемент собран на ОУ DA3. Значение стабилизируемого тока БП задаёт резистор R19. На транзисторе VT2, диодах VD3, VD4 и светодиоде HL1 собран блок индикации перехода устройства в режим стабилизации тока.

В режиме стабилизатора напряжения регулирующий транзистор VT5 управляется транзистором VT1, напряжение на верхнем (по схеме) выводе резистора R2 постоянно и равно выходному напряжению ОУ DA3, находящегося в состоянии насыщения. В режиме стабилизатора тока регулирующий транзистор VT5 управляется изменением напряжения с выхода ОУ DA3, находящегося в активном состоянии. Наибольший ток нагрузки блока питания численно равен напряжению ИОН при закороченном резисторе R18, т. е. 2,5 А при сопротивлении резистора R14, равном 1 Ом. Уменьшение сопротивления этого резистора ведёт к увеличению максимального тока, увеличение сопротивления — к уменьшению максимального тока. Если сопротивление резистора увеличить до 10 Ом, максимальный ток нагрузки составит 250 мА. Расчётная формула для определения сопротивления датчика тока

$R14 = U_{ион}/I_{макс}$,

где R14 — сопротивление резистора (Ом); $U_{ион}$ — напряжение ИОН (В); $I_{макс}$ — максимальный ток нагрузки (А).

В этом блоке питания максимальный ток нагрузки ограничен до 2,1 А введением в цепь регулировки тока резистора R18. Ток короткого замыкания равен току $I_{макс}$ при работе блока питания в режиме стабилизации напряжения, если блок питания работает в режиме стабилизации тока, ток короткого замыкания равен заданному резистором R19. Подбором резисторов R2, R3 устанавливают минимальный ток стабилизации. В собранном БП $I_{мин}$ = 10 мА. Конденсатор C10 устраняет мигание светодиода HL1 при задании тока стабилизации. Конденсаторы C9, C12 обеспечивают устойчивую работу блока питания. Конденсатор C12 припаян к выводам истока и затвора транзистора VT5.

В устройстве применены постоянные резисторы CF-25, C1-4, оксидные конденсаторы K53-1, K50-35, неполярные конденсаторы K73-17. Переменный резистор R19 многооборотный — 16K1-B10K, резистор R21 — СП3ам. Применение многооборотного резистора (R19) значительно улучшает плавность задания тока стабилизации. Функциональная характеристика переменных резисторов — линейная. Мощность рассеяния резистора R14 выбирают исходя из максимального тока нагрузки БП. Замена стабилитрона КС515Г — BZX55C15, стабилитрона КС191Р — BZX55C9V1. Полевой транзистор VT5 — с напряжением открывания 1...2 В (параметр Gate Threshold Voltage в техническом описании), кроме указанного, был проверен транзистор IRL2910PBF. ОУ К140УД608 можно заменить на ОУ UA741CN, а LF411CN — на К140УД708.

ИОН стабилизатора тока можно выполнить в четырёх вариантах. Первый вариант показан на рис. 1, второй вариант — замена интегрального стабилизатора на стабилитрон BZX55C2V4 (**рис. 2**,а), третий вариант — замена полевого транзистора резистором сопротивлением 1,5 кОм (рис. 2,б), четвёртый вариант — параметрический стабилизатор на резисторе сопротивлением 1,5 кОм и стабилитроне BZX55C2V4 (рис. 2, в). Применение в БП цифрового встраиваемого модуля вольтметра—амперметра значительно повысит удобство и оперативность работы [3]. Модуль измеряет постоянное напряжение в интервале 0...100 Вт, а ток — в интервале 0...10 А. Измеренные значения выводятся на два цифровых трёхразрядных индикатора. Питание модуля обеспечивается от основного выпрямителя или интегрального стабилизатора DA1. Модуль необходимо проверить на точность измерений, и при необходимости произвести калибровку вращением имеющихся триммеров I_ADJ — ток, U_ADJ — напряжение. В двух приобретённых экземплярах отмечен один и тот же недостаток — невозможность калибровки амперметра модуля триммером (показания значительно завышены), недостаток устраняется припайкой параллельно встроенному в модуль шунту внешнего резистора, в моём случае с сопротивлением 0,1 Ом.

Плата стабилизатора напряжения с источником питания выполнена на одностороннем фольгированном стеклотекстолите толщиной 1,5 мм. Чертёж платы и расположение на ней элементов показаны на **рис. 3**. На плате установлены также две проволочные перемычки и сделаны два отверстия крепления теплоотвода микросхемы DA1. Плата стабилизатора тока и выпрямителей выполнена из двухстороннего

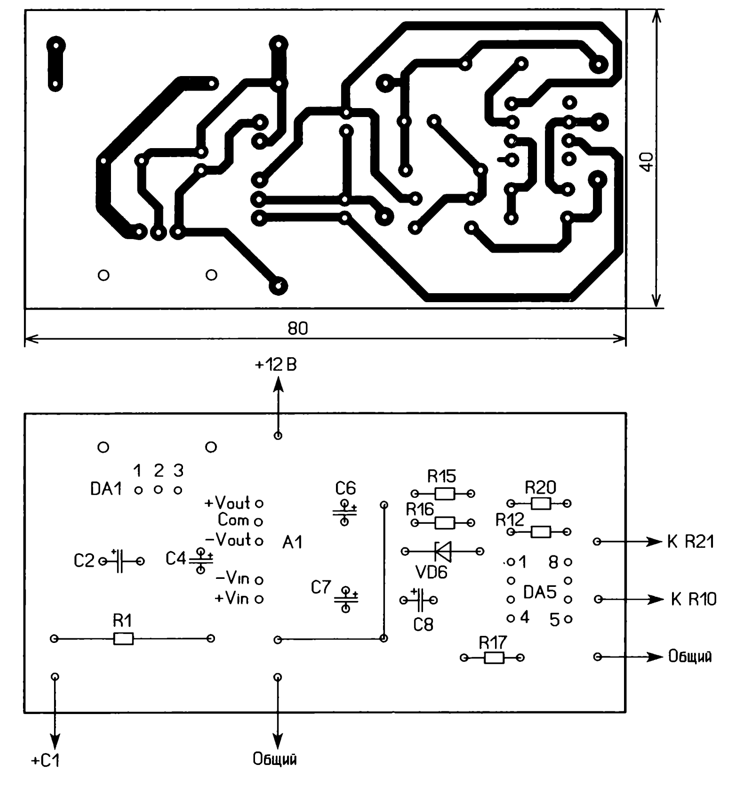
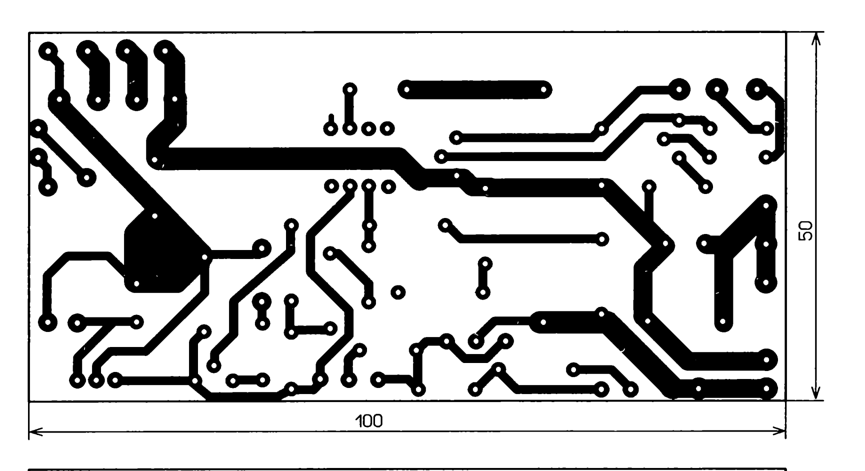
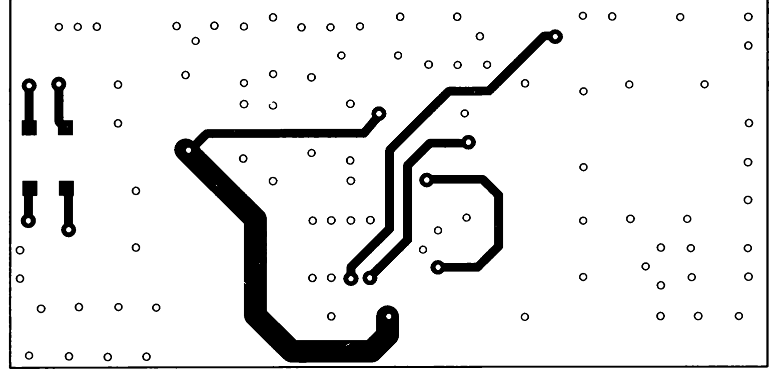


Рис. 3





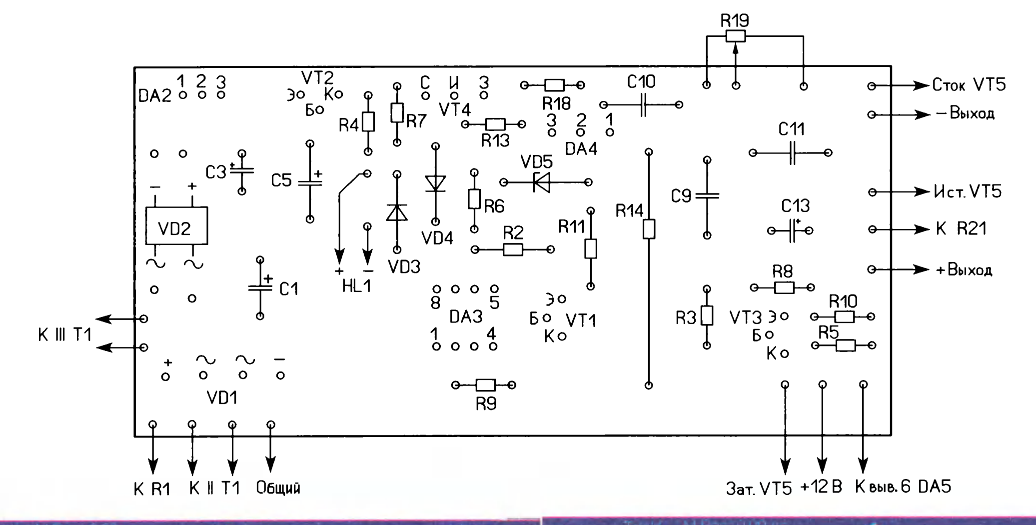


Рис. 4

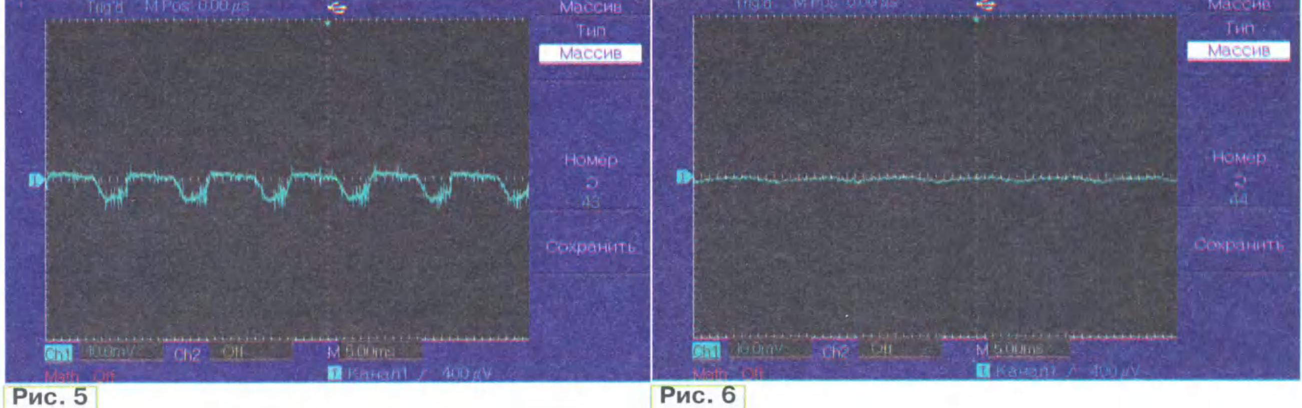


Рис. 5

Рис. 6

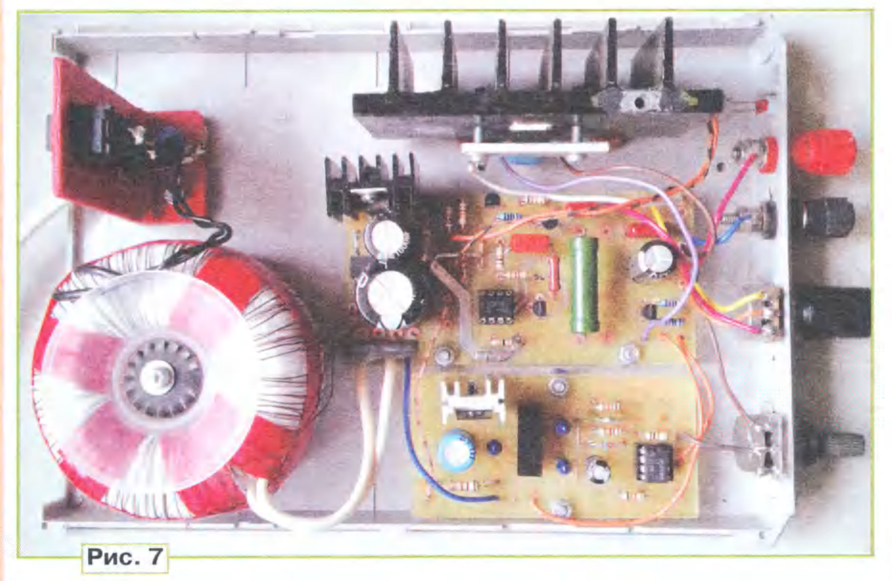


Рис. 7

фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы и расположение на ней элементов показаны на **рис. 4**.

Осциллограммы пульсаций выходного напряжения показаны на **рис. 5** — режим стабилизации напряжения и **рис. 6** — режим стабилизации тока, сопротивление нагрузки — 10 Ом, ток нагрузки — 1,5 А. Стабилизатор тока на порядок уменьшает амплитуду пульсаций в выходном напряжении блока питания. Внешний вид собранного устройства показан на **рис. 7**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сухов Н.** Лабораторный блок питания. — Радио, 1980, № 11, с. 46—48.

2. **Нечаев И.** Комбинированный лабораторный блок. — Радио, 1991, № 6, с. 61—63.

3. Встраиваемый цифровой вольтметр—амперметр. — URL: **http://smartpuls.ru/diy/voltmeter-ammeter/digital-voltmeter-ammeter.shtml** (15.05.22).

От редакции. *Чертежи печатных плат блока питания находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/bp.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Детекторы перехода сетевого напряжения через ноль на стабилизаторах тока и оптронах

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Детекторы перехода сетевого напряжения через ноль очень часто применяют в устройствах управления различными электронными, электромеханическими устройствами или нагревателями, питающимися от сети.

Для построения такого детектора часто используют схему, показанную на **рис. 1**. Работает этот детектор так. Пульсирующее напряжение с выхода диодного моста VD1 через резистор R1 поступает на излучающий диод оптрона U1. Под действием этого излучения фототранзистор оптрона открывается и напряжение на нём уменьшается. Поскольку ток через излучающий диод оптрона носит пульсирующий характер,

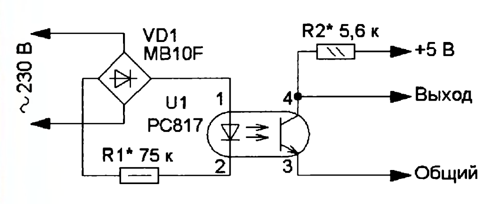


Рис. 1

этот детектор формирует импульс высокого логического уровня при каждом переходе сетевого напряжения через ноль, т. е. в тот момент, когда ток через излучающий диод оптрона недостаточен для открывания фототранзистора оптрона. Точнее, когда фототранзистор закрывается, формируется фронт импульса, а когда открывается и переходит в режим насыщения, то формируется спад импульса.

Длительность этого импульса и потребляемая детектором мощность зависят от сопротивлений резисторов R1, R2, напряжения сети и параметров применённого оптрона. Чем шире импульс, тем больше погрешность между моментом перехода сетевого напряжения через ноль и фронтом этого импульса.

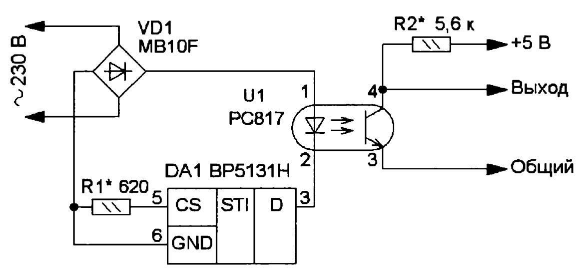


Рис. 2

Требования к резистору R1 противоречивы. С одной стороны, для повышения экономичности устройства сопротивление этого резистора необходимо увеличивать, но это приведёт к увеличению длительности выходного импульса детектора. С другой стороны, для уменьшения длительности импульса сопротивление резистора R1 следует уменьшать, но это приведёт к увеличению мощности, потребляемой детектором. С уменьшением напряжения сети длительность импульса уменьшается вплоть до его исчезновения. С увеличением сопротивления резистора R2 длительность импульса увеличивается, но при этом увеличивается и длительность фронта.

Один из основных параметров оптрона, который оказывает влияние на параметры выходного импульса, — коэффициент передачи тока. Чем больше этот коэффициент, тем больше чувствительность детектора, т. е. при меньшем токе через излучающий диод оптрона можно получить нормальный импульс, т. е. уменьшить энергопотребление детектора. Если длительность импульса не имеет значения, все элементы следует выбирать исходя из повышения экономичности.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Однако в некоторых случаях требуется оптимизация параметров детектора, например, с целью повышения экономичности или уменьшения длительности импульса. Вопросам решения такой задачи посвящена статья [1], в которой для достижения этих целей авторы предлагают использовать в детекторе стабилизатор тока на двух биполярных транзисторах. Благодаря такому стабилизатору одновременно с повышением экономичности удалось уменьшить и длительность импульса. А для дальнейшего улучшения параметров предлагается такой стабилизатор снабдить параметрическим стабилизатором напряжения. Однако это существенно усложняет схему детектора, а значит, его массу и габаритные размеры.

Реализовать детектор со стабилизатором тока и при этом существенно упростить схему можно, если применить одну из специализированных микросхем стабилизатора тока [2—5]. Эти микросхемы предназначены для применения в качестве драйверов в светодиодных сетевых лампах. Они рассчитаны для работы в цепях постоянного тока с напряжением до 450 В и обеспечивают стабилизацию тока до нескольких десятков миллиампер, значение которого можно установить с помощью внешнего резистора. Эти микросхемы выходят на режим стабилизации тока уже при напряжении на них 4...6 В [6], поэтому их можно с успехом применить в детекторе перехода сетевого напряжения через ноль.

Схема такого детектора показана на **рис. 2**. Как видно, детектор содержит немного деталей. Ток стабилизации $I_{ст}$ устанавливают резистором $R1 = 0{,}6/I_{ст}$. Если применить оптрон с большим коэффициентом передачи по току, через излучающий диод оптрона можно установить сравнительно небольшой ток, что обеспечит экономичность детектора. Для указанных на схеме элементов ток стабилизации — около 1 мА, а длительность выходного импульса — 50...70 мкс.

Поскольку упомянутые микросхемы часто применяют в светодиодных сетевых лампах, а неисправных ламп, к сожалению, в распоряжении радиолюбителей становится всё больше и больше, то, скорее всего, найдутся такие, в которых и установлены именно такие микросхемы или их аналоги. Кроме того, в лампах найдётся и диодный мост. С учётом того что основная причина выхода ламп из строя — перегорание светодиодов, диодный мост и микросхема стабилизатора остаются исправными. К таким лампам относятся, например, лампы торговой марки "Онлайт". Именно элементы этой лампы и использованы в детекторе. Плата этой лампы мощностью 10 Вт показана на **рис. 3**. На ней, кроме светодиодов и резисторов, установлены необходимые для детектора диодный мост 1 и микросхема стабилизатора тока 2.

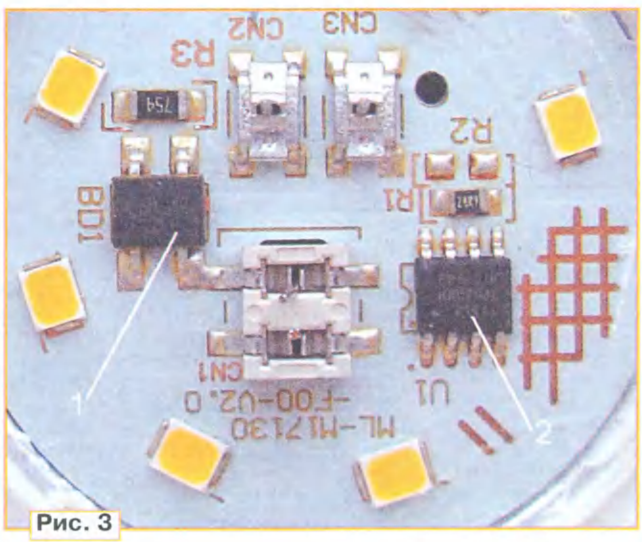


Рис. 3

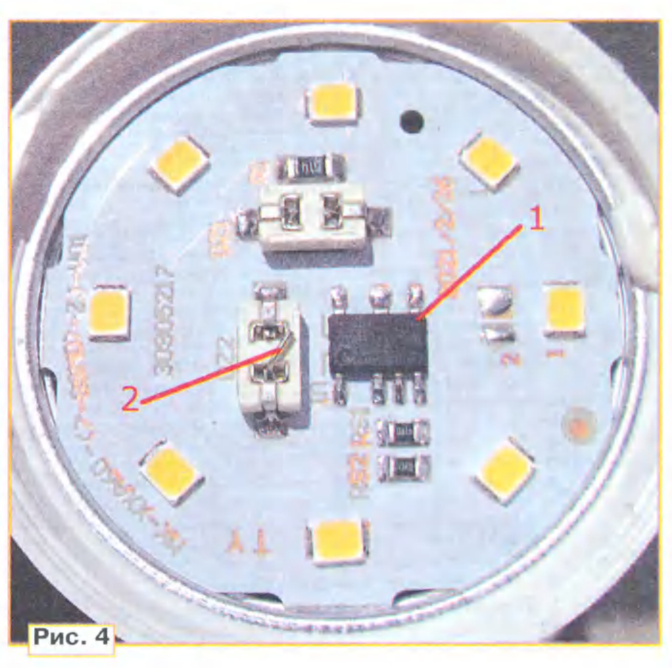


Рис. 4

Но детектор может быть ещё проще, если применить микросхему BP5133 (корпус HSPO-7), в которой совмещены стабилизатор тока и мостовой выпрямитель. Эта микросхема, например, применена в некоторых лампах торговой марки "Эра". На **рис. 4** показана плата такой лампы мощностью 15 Вт с установленной микросхемой. Здесь, между прочим, следует обратить внимание не только на микросхему 1, но и на качество изготовления самой лампы. Соединение между платой и цоколем сделано отрезками проводов, но не с помощью пайки, а за счёт использования разъёма DZ2. При сборке лампы провода просто вставляют в разъём, где они фиксируются. На рис. 4 видно, что один из этих проводов 2 загнут и находится в опасной близости к другому.

Схема детектора перехода сетевого напряжения через ноль на микросхеме BP5133 показана на **рис. 5**. Схема включения этой микросхемы составлена исходя из её включения в светодиодной лампе. Ток стабилизации (около 1 мА) задан резистором $R1 = 0{,}6/I_{ст}$, длительность выходного импульса при напряжении 230 В и указанных на схеме элементах — 60...80 мкс.

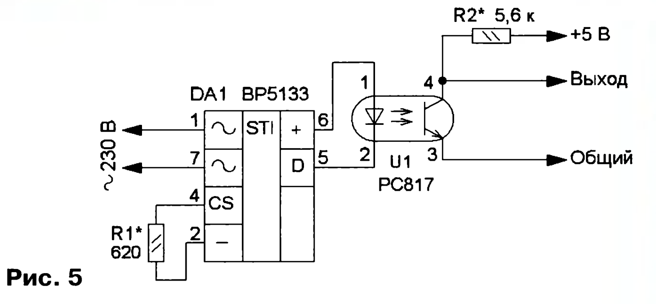


Рис. 5

Для построения детекторов перехода сетевого напряжения через ноль можно применить и другие микросхемы линейных стабилизаторов напряжения, используемых в драйверах сетевых светодиодных ламп.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Басов Г., Исаков С.** Детектор нуля сетевого напряжения на оптроне. — Радио, 2022, № 6, с. 24—28.

2. PT4515. — URL: **http://www.datasheet-pdf.com/PDF/PT4515-Datasheet-Powtech-1227424** (20.05.22).

3. **Нечаев И.** Микросхема PT4515 и микромощные сетевые бестрансформаторные ИП на её основе. — Радио, 2019, № 5, с. 25—28.

4. SM2082D. — URL: **https://datasheetspdf.com/pdf-file/934678/Linkage/SM2082D/1** (20.05.22).

5. BP5131D. — URL: **https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1132264/BPS/BP5131D.html** (20.05.22).

6. **Нечаев И.** Высоковольтные стабилизаторы тока в низковольтных цепях. — Радио, 2022, № 1, с. 57—59.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

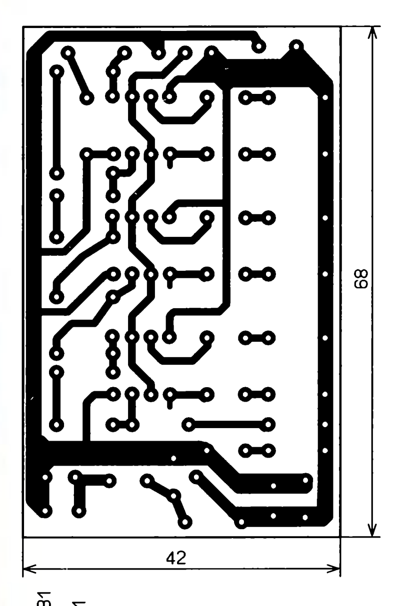
НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

КОРНЕВ А. Индикатор влажности. — Радио, 2022, № 4, с. 55, 56.

Печатная плата.

Большинство элементов индикатора размещено на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертёж платы показан на **рис. 1**. Применены выводные элементы. Неполярные конденсаторы — керамические К10-7В, К10-17, оксидные — К50-35 или импортные. Резисторы — МЛТ, С2-23, диод — 1N5817—1N5819, светодиоды — любого свечения, яркость их свечения можно изменить подборкой резисторов R1 (индикатор включения питания) и R14—R19 (шкала). Дроссель L1 — серии RLB0912 или аналогичный.

От редакции. *Чертёж печатной платы индикатора влажности находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/indikator.zip** на нашем FTP-сервере.*



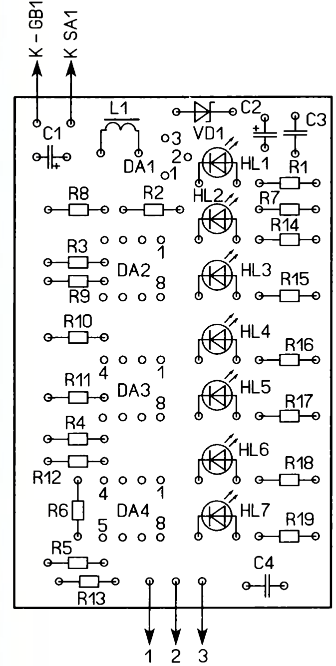


Рис. 1

ЛАЗАРЕВ А. Защита по току на микросхеме ACS712. — Радио, 2022, № 3, с. 31.

Уточнение.

В тексте статьи на с. 31 в третьей колонке в 30-й строке снизу опечатка. Вместо ACS712ELCTR-50A должно быть ACS712ELCTR-5A.

ШУМИЛОВ А. Ремонт и модернизация фонаря ФОС 3-5/6. — Радио, 2022, № 3, с. 34—37.

Ошибка на схеме в статье.

В схеме на рис. 6 и рис. 7, а также в тексте неправильно указано наименование транзистора VT1. Взамен BC846B можно применить BC856B.

ВАСИЛЬЕВ А. Мощный ограничитель напряжения сети с механической фиксацией отсечки. — Радио, 2022, № 4, с. 24—27.

Уточнение номинала резистора.

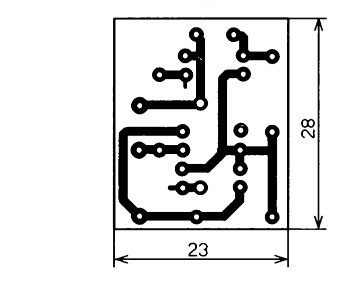
Номинал резистора R6 на рис. 5 должен быть 1,2 кОм.

САЛИМОВ Н. Применение интегральных таймеров. — Радио, 2022, № 5, с. 47, 48.

Печатные платы.

Чертёж печатной платы генератора прямоугольных импульсов показан на **рис. 2**.

Чертёж печатной платы акустического выключателя показан на **рис. 3**. Чертёж печатной платы удвоителя напряжения показан на **рис. 4**. Все платы изготовлены из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Применены оксидные конденсаторы К50-35 или аналогичные, остальные конденсаторы — К10-7В,



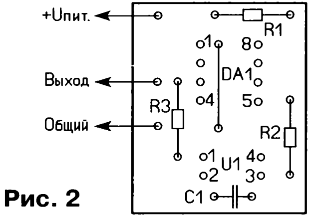
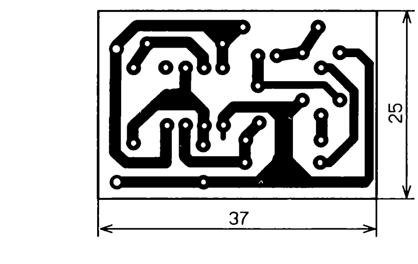


Рис. 2



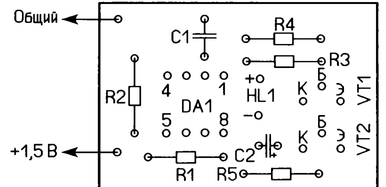
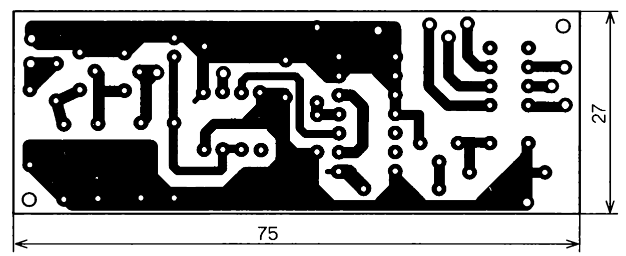


Рис. 4



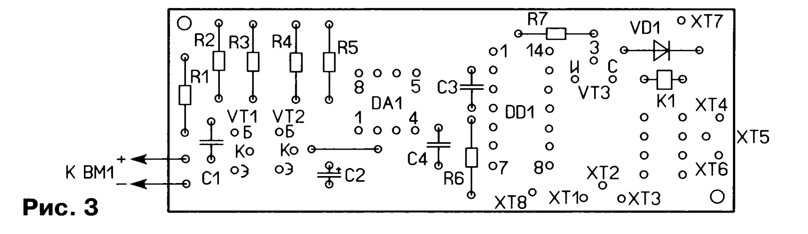


Рис. 3

К10-17, резисторы — МЛТ, С2-23, диод — 1N4148, КД521А, КД522Б и другие маломощные импульсные или выпрямительные, полевой транзистор — 2N7000, BS170.

***От редакции**. Чертежи печатных плат генератора прямоугольных импульсов, акустического выключателя и удвоителя напряжения находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/taimer.zip** на нашем FTP-сервере.*

АФОНИН В. Лампа настроения на микроконтроллере. — Радио, 2022, № 4, с. 60, 61.

Печатная плата.

Все элементы устройства размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита

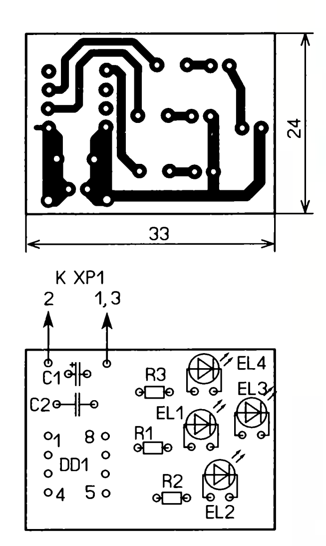


Рис. 5

толщиной 1...1,5 мм. Чертёж платы и схема размещения на ней элементов показаны на **рис. 5**. Применены импортный оксидный конденсатор, неполярный — керамический К10-17 или плёночные серии К73. Резисторы — МЛТ, С2-23.

***От редакции**. Чертёж печатной платы находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/lampa.zip** на нашем FTP-сервере.*

Устранение пульсаций яркости уличного LED-прожектора

А. ВИШНЕВСКИЙ, г. Луганск, ЛНР

Для освещения своего рабочего стола я много лет использовал светильник с двумя линейными люминесцентными лампами мощностью 36 Вт каждая, питаемыми через индивидуальные электронные балласты. Люминесцентные лампы служат в среднем 5000 ч с ограниченным числом включений в сутки. Срок службы каждой лампы у меня составил в среднем около двух лет. Современные светодиодные источники света имеют срок службы гораздо больший, чем люминесцентные, и они более экономичные, но цена у них выше. Со временем цена светодиодных светильников стала более доступной, и я купил два светодиодных уличных прожектора для освещения своего рабочего стола. Прожекторы рассчитаны для жёстких условий эксплуатации на улице, что повышает их надёжность при работе в помещении. Основные характеристики прожектора: мощность — 30 Вт; напряжение питающей сети — 220...240 В; частота питающей сети — 50/60 Гц; температура окружающей среды — от −40 до +45 °С; ресурс — 30000 ч.

Почти все характеристики прожектора удовлетворяют требованиям, приведённым в таблице 17 ГОСТа [1], к освещённости рабочего места для работ, связанных с производством электронной техники, её испытанием и контролем. Один из параметров — это пульсации яркости (или светового потока), которые для уличного прожектора не нормированы, и они оказались значительно больше допустимых 10 %. Причина высоких пульсаций света у описываемых прожекторов в его схемотехнике. Прожектор содержит выпрямительный мост, цепь из 24 последовательно включённых светодиодов и линейного стабилизатора тока на специальной микросхеме. Распаяны эти элементы на печатной плате, основой которой служит алюминиевая пластина, привинченная с использованием теплопроводящей пасты к корпусу прожектора, который служит теплоотводом. В зависимости от тока через светодиоды может быть установлено несколько токостабилизирующих микросхем, включённых параллельно.

Свои прожекторы я не разбирал, а эта информация получена из опыта ремонта аналогичных прожекторов этой фирмы и из Интернета. Поскольку в прожекторе после выпрямителя нет сглаживающего конденсатора, через светодиоды течёт пульсирующий ток с удвоенной частотой сети, что и приводит к соответствующим пульсациям яркости. Следует добавить, что существуют прожекторы со встроенными электронными регуляторами тока с более сложной схемотехникой, у них пульсации яркости могут быть менее 10 %.

С целью снижения пульсаций яркости для питания прожектора надо использовать источник постоянного напряжения с минимальным уровнем пульсаций. При этом сам прожектор как-либо дорабатывать не нужно, а просто надо подать постоянное напряжение на его выводы. Непосредственно выпрямить сетевое напряжение и установить сглаживающий конденсатор на выходе диодного моста и подключить к нему прожектор нельзя, поскольку на конденсаторе будет постоянное напряжение, близкое к амплитудному напряжению сети (около 300 В). От такого напряжения прожектор наверняка перегреется и сгорит. Чтобы уменьшить его до номинального напряжения, лучше всего применить импульсный понижающий стабилизатор напряжения. Нужно применить именно стабилизатор напряжения, так как ток через светодиоды стабилизируется в самом прожекторе.

Поэтому предлагается применить понижающий импульсный стабилизатор напряжения, по английской терминологии step-down converter, chopper или buck converter. Такие стабилизаторы напряжения применяют тогда, когда необходимое напряжение нагрузки меньше, чем напряжение источника питания. Его упрощённая схема показана на **рис. 1**. Основные элементы этой

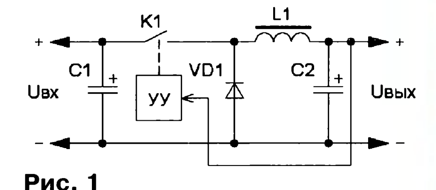


Рис. 1

схемы: диод VD1, накопительный дроссель L1, выходной конденсатор C2, устройство управления (УУ) и коммутирующий ключ K1, в качестве которого используется p-канальный полевой транзистор. В момент открытия ключа ток течёт из источника питания через дроссель L1 в нагрузку и заряжает выходной конденсатор C2. Когда ключ закрыт, диод VD1 пропускает ток, поддерживаемый индуктивностью дросселя L1, в нагрузку и на выходной конденсатор C2. Меняя продолжительность открытия ключа, можно регулировать напряжение на нагрузке. Полевой p-канальный транзистор с необходимыми характеристиками и с невысокой ценой я найти не смог, поэтому применил n-канальный полевой транзистор. Для этого случая упрощённая схема стабилизатора показана на **рис. 2**. Назна-

чение элементов и принцип работы стабилизатора такие же.

На **рис. 3** показана схема импульсного стабилизированного источника постоянного напряжения, к выходу которого (разъём X2) подключают параллельно два прожектора. Стабилизатор имеет гальваническую связь с сетью, об этом нужно помнить при его налажива-

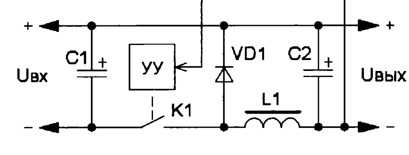


Рис. 2

результирующее ЭПС на высоких частотах, уменьшая тем самым требования к качеству оксидного конденсатора, а значит, и его стоимость. Аналогичную задачу решает и плёночный конденсатор C14. Резистор R2 служит для разрядки конденсаторов C2, C5 после отключения устройства от сети.

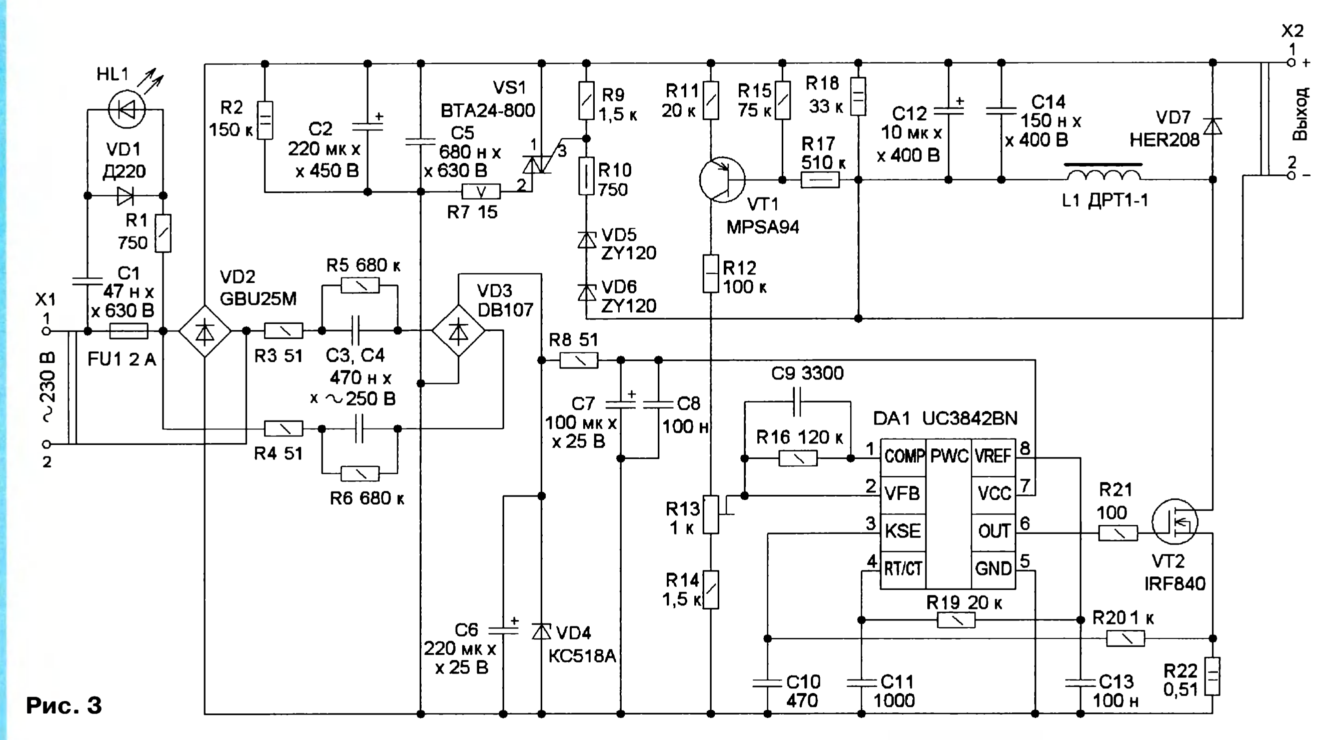
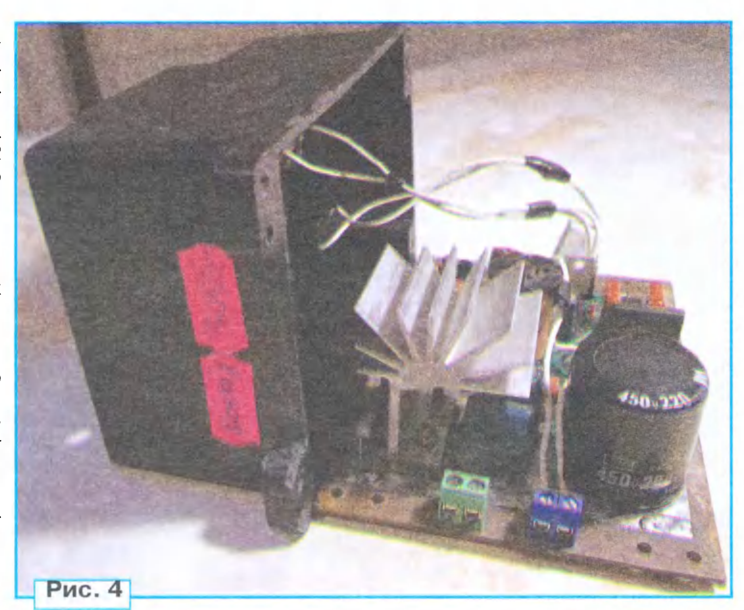


Рис. 3

нии и эксплуатации. Основа стабилизатора — специальная микросхема ШИМ-контроллера UC3842BN (DA1), коммутирующий ключ собран на полевом транзисторе VT2 (IRF840). Контроллер включён по типовой схеме, которая приведена в документации производителя [2]. Этот контроллер используется в однотактных импульсных блоках питания для различной электронной техники. В Интернете о нём есть много информации и на русском языке, он выпускается уже довольно долго и имеет российские аналоги. Необходимым условием при выборе ШИМ-контроллера является время максимального открытия управляемого ключа в рабочем такте, близкое к 100 %.

Сетевое напряжение поступает на входной разъём X1, далее через плавкую вставку FU1 на диодный мост VD2 и цепи питания микросхемы DA1. Параллельно плавкой вставке включена цепь индикации её перегорания, которая состоит из светодиода HL1, конденсатора C1, диода VD1 и резистора R1. Выпрямленное диодным мостом VD2 напряжение сглаживает конденсатор C2, и на нём присутствует постоянное напряжение около 300 В. Плёночный конденсатор C5, включённый параллельно конденсатору C2, уменьшает


Рис. 4

Узел питания микросхемы контроллера DA1 выполнен на балластных конденсаторах C3, C4, напряжение выпрямляется диодным мостом VD3. Стабилитрон VD4 обеспечивает стабилизацию питающего напряжения микросхемы DA1. Конденсатор C6 сглаживает пульсации напряжения на стабилитроне, которые дополнительно снижает цепь из резистора R8 и конденсаторов C7, C8. Резисторы R3 и R4 ограничивают пусковой ток через балластные конденсаторы при включении в сеть, а резисторы R5 и R6 служат для их разрядки после выключения устройства из сети. Резистор R18 выполняет функции минимальной нагрузки стабилизатора напряжения, без этого резистора стабилизатор работает неустойчиво в случае отключения прожекторов.

Как уже сказано выше, ШИМ-контроллер DA1 включён по типовой схеме, в которой должен быть общий провод для цепей управления и цепи обратной

связи по напряжению. Выход стабилизатора с ключевым n-канальным полевым транзистором не имеет общего провода с контроллером, поэтому, чтобы замкнуть цепь обратной связи по напряжению, необходим инвертор выходного напряжения. Этот инвертор выполнен на транзисторе VT1. С выхода стабилизатора напряжение через рези-



Рис. 5

стивный делитель R15R17 поступает на базу транзистора VT1, поэтому ток его коллектора будет зависеть от этого напряжения. При увеличении выходного напряжения ток коллектора увеличивается, что приводит к увеличению напряжения на движке резистора R13 и на входе VFB (вход обратной связи по напряжению) микросхемы контроллера DA1. Это приводит к уменьшению выходного напряжения стабилизатора. При уменьшении выходного напряжения процесс происходит в обратном порядке. Выходное напряжение регулируют подстроечным резистором R13. Резисторы R11 и R14 задают пределы регулировки выходного напряжения.

В случае пробоя транзистора VT2 напряжение на выходе стабилизатора повысится до амплитудного напряжения сети, и как уже говорилось выше, это опасно для прожектора. Чтобы исключить такую ситуацию, в схему введены симистор VS1, стабилитроны VD5, VD6 и резисторы R7, R9, R10. При повышении выходного напряжения больше напряжения стабилизации двух включённых последовательно стабилитронов VD5, VD6 через них потечёт ток в управляющий электрод симистора VS1. Для каждого стабилитрона напряжение стабилизации 120 В, в сумме у двух стабилитронов оно равно 240 В. Ток, протекающий через управляющий переход симистора VS1, открывает его, а ток, протекающий через симистор, возрастает до 15 А, поскольку ограничен резистором R7. Это приводит к перегоранию плавкой вставки FU1. Об этой ситуации сигнализирует светодиод HL1 красного свечения.

Устройство собрано в пластмассовом корпусе от индивидуального ответчика пожарно-охранной сигнализации "Комета-К" с габаритными размерами 165×100×85 мм. Все детали установлены на печатной плате из двухстороннего текстолита, кроме светодиода HL1 и плавкой вставки FU1, они установлены на корпусе, который крепится к стене



Рис. 6

несколькими шурупами. На плате установлен алюминиевый теплоотвод, к которому привинчен транзистор VT2 (**рис. 4**). Площадь теплоотвода — около 100 мм^2, он рассчитан на рассеивание 10 Вт тепловой мощности. На **рис. 5** показан внешний вид собранного устройства в корпусе, а на **рис. 6** — устройство, прикреплённое к стене. Два прожектора крепятся к карнизу для штор, который представляет собой прямоугольный металлический профиль с продольным разрезом. Такие карнизы были популярны в середине 80-х годов прошлого века. Сам карниз я закрепил на потолке, в карнизе к двум плоским пластинам толщиной 3...5 мм с резьбой привинчен прожектор (**рис. 7**). Ширина пластины немного меньше ширины профиля, а длина одной пластины в 2...3 раза больше её ширины. Длина другой пластины больше её ширины в пять раз, к ней длинным винтом М3 крепится соединительная клемма. Пластина и кронштейн прожектора зажимают винтом на карнизе. Конечно, корпус и крепление могут быть и другими, в зависимости от возможности и фантазии радиолюбителя.

Чертёж печатной платы показан на **рис. 8**, она изготовлена из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Схема размещения деталей на печатной плате показана на **рис. 9**. Отдельным проводником соединены минусовый вывод конденсатора С2 и нижний по схеме вывод резистора R22, что, по моему мнению, ограничивает растекание импульсов тока по другим цепям общего провода. Через отверстия, свободные от выводов деталей, печатные проводники обеих сторон соединены отрезками лужёного провода. Соединительные провода должны быть в изоляции, выдерживающей напряжение не менее 500 В. Такими же проводами сделаны соединения на плате.

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, кроме резистора R22, он — импортный, и R7 — проволочный керамический CRL-5W, подстроечный резистор — СП5-2. Допуск резисторов R11—R15, R17, R19 и R22 должен быть не более 5 %, остальные могут быть с допуском 10 %. Высоковольтные неполярные конденсаторы — К73-17 или их зарубежные аналоги CL-21, низковольтные конденсаторы — К10-7В. Оксидные конденсаторы — любого типа требуемого номинала с габаритами, допускающими их установку в корпус. Микросхему контроллера UC3842BN устанавливают в панель. Отечественным аналогом этой микросхемы является микросхема 1114ЕУ7 [3], но она выполнена в другом корпусе. Дроссель L1 — ДРТ1-1, он используется в старых отечественных телевизорах в модуле строчной развёртки МС-3 или в одной из его модификаций. Если менять этот дроссель на другой, его индуктивность должна быть около 10 мГн и магнитопровод должен иметь немагнитный зазор. Дроссель работает при частоте, близкой к 80 кГц, она задаётся цепью R19C11. Светодиод — АЛ307АМ красного свечения, его можно заменить импортным маломощным светодиодом с диаметром корпуса 5 мм. Плавкая

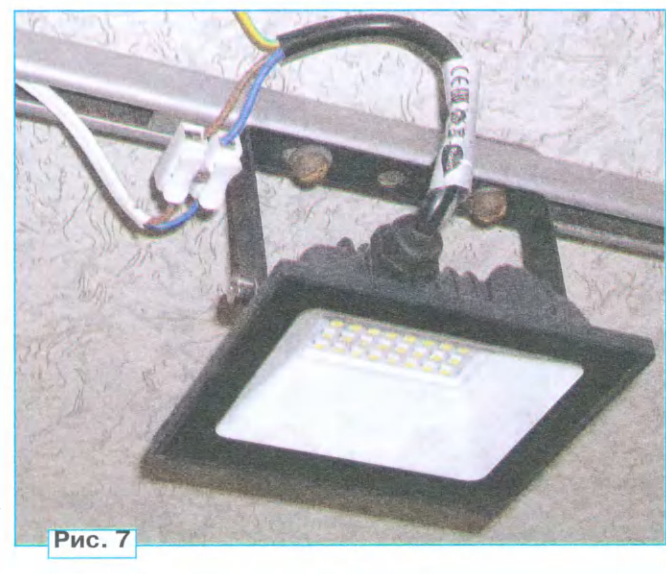


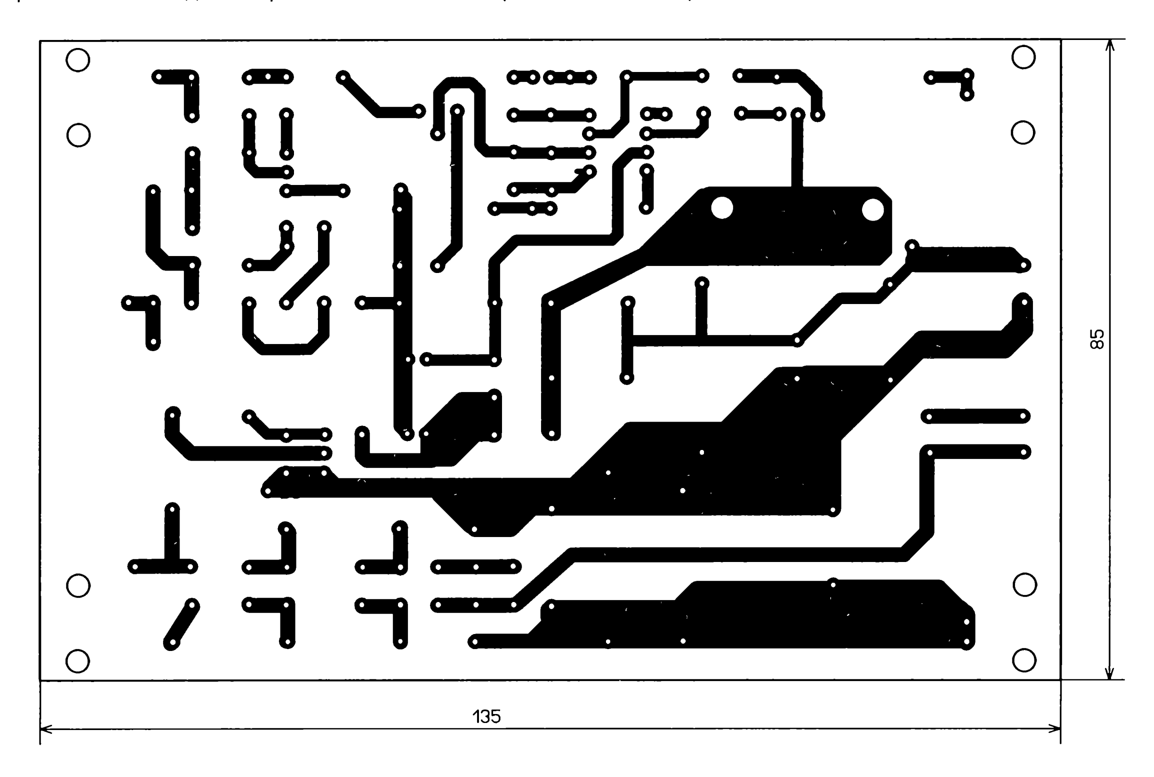
Рис. 7

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

вставка — стеклянная ВПБ6-1—ВПБ6-13, она установлена в соответствующий держатель.

Налаживание устройства производится совместно с монтажом элементов на плату. Во время монтажа пока не устанавливают микросхему контроллера DA1, (впаивают только панель), транзистор VT2 и резистор R10. Производят кратковременное подключение к сети, и вольтметром постоянного тока проверяют напряжение на конденсаторе C7 или на выводе 7 панели микросхемы. Оно должно быть 18 В ±5 %. Проверяют постоянное напряжение на конденсаторе C2, оно должно быть около 300 В. Выключают сетевое напряжение и дают разрядиться конденсатору C2 в течение 40 с. Вставляют микросхему в панель, и снова проверяют напряжение питания на выводе 7, оно не должно значительно измениться. Дополнительно на выводе 8 микросхемы DA1 появляется постоянное напряжение 5 В. Напряжение измеряют относительно минусового вывода конденсатора C7. На выходе микросхемы DA1 (вывод 6) должно быть напряжение, близкое к напряжению питания микросхемы. Там должны быть импульсы напряжения амплитудой около 18 В с коэффициентом заполнения близким к 100 % и частотой около 80 кГц. Снова отключают устройство от сети и выжидают 40 с.

Теперь можно установить транзистор VT2 на теплоотвод и подключить его к



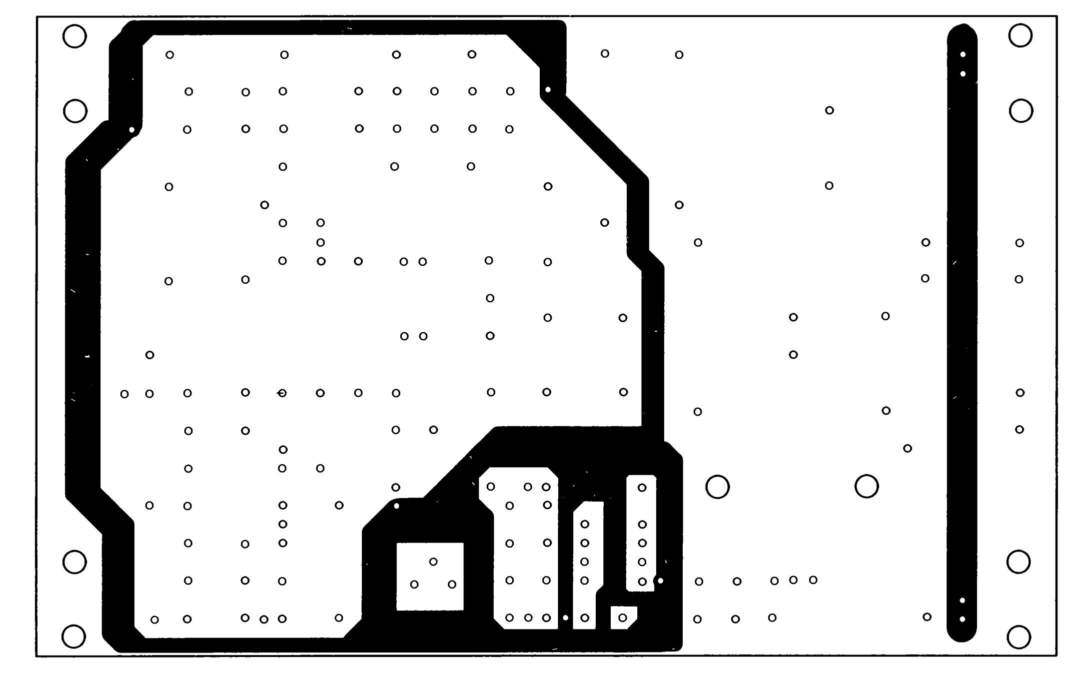


Рис. 8

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
РАДИО®
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2022

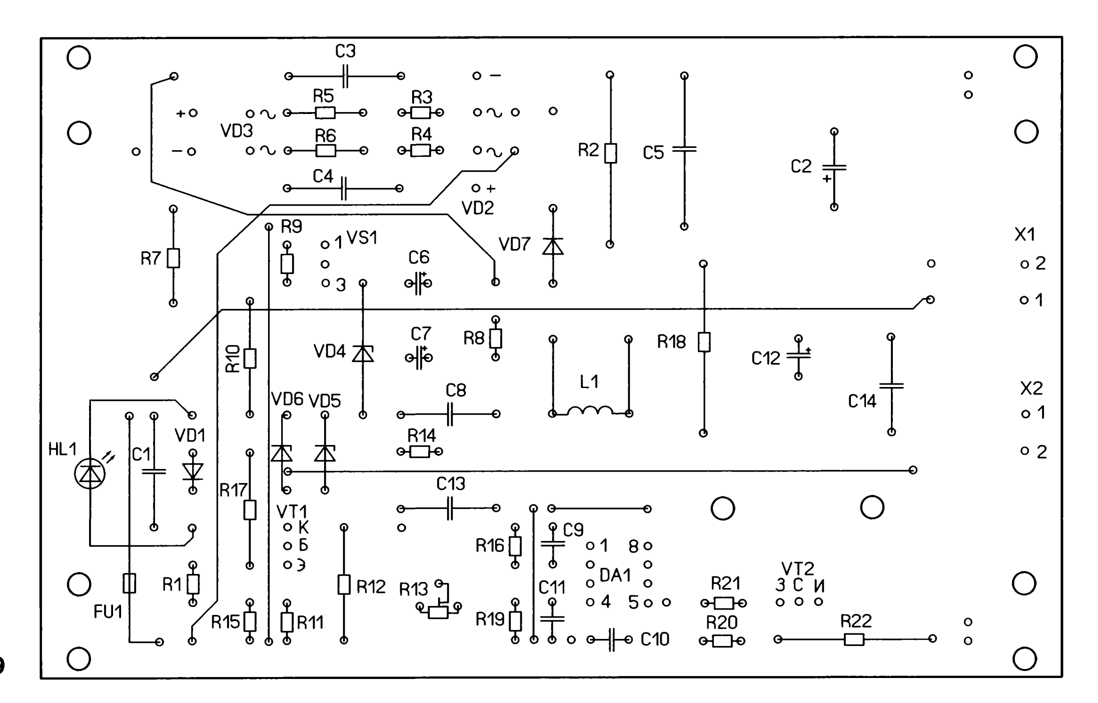


Рис. 9

плате. В качестве нагрузки к разъёму X2 подключают лампу накаливания мощностью 60 Вт. После подачи напряжения сети лампа загорится, и на ней должно быть напряжение 215 В, которое устанавливают подстроечным резистором R13. При этом напряжение на конденсаторе C2 должно быть 295 В ±10 %, напряжение на резисторах R12—R14 — 138 В ±5 %, напряжение на резисторе R11 — 28,4 В ±5 %.

В заключение впаивают на своё место резистор R10, и налаживание можно считать законченным. Все манипуляции, связанные с впаиванием элементов, нужно производить после выключения источника из сети и разрядки конденсатора C2. В целях безопасности во время налаживания для питания устройства надо использовать разделительный трансформатор с коэффициентом трансформации 1:1. В этом случае с помощью осциллографа можно будет проконтролировать форму напряжения на выходе (вывод 6) микросхемы DA1.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий. — URL: **https://docs.cntd.ru/document/1200105707** (27.05.22).

2. Current-mode PWM controller UC3842. — URL: **https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/19833/PHILIPS/UC3842.html** (27.05.22).

3. ШИМ-контроллеры 1114ЕУ(7У-10У). — URL: **https://mniirip.ru/sites/default/files/products_descr/1114eu7-10.pdf** (27.05.22).

От редакции. *Чертежи печатной платы в авторском и редакционном вариантах находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/pro.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Автомобильный вольтметр

Не все современные легковые автомобили снабжены вольтметром, показывающим напряжение в бортовой сети. Автор предлагает решение этой проблемы — собрать предлагаемый прибор.

В. ВАТРУШИН, г. Дубна Московской обл.

В современных автомобилях производители считают нужным показывать водителю минимум технической информации о двигателе: в лучшем случае на приборной панели будет шкала с указанием температуры двигателя, да и та весьма условная. Показывать напряжение в бортовой сети большинство производителей не считают нужным, предполагается, что автомобильный бортовой компьютер сообщит о возможных проблемах. Но зачастую компьютер поднимет тревогу, когда уже "поздно пить боржоми" — аккумулятор разряжен.

Поскольку я предпочитаю не допускать подобных ситуаций и иметь контроль над состоянием системы, в недавно приобретённый автомобиль нужно было установить вольтметр. Наиболее простой вариант — купить в ближайшем магазине "вольтметр" в прикуриватель. Но в моём автомобиле гнездо прикуривателя находится в таком месте, которое недоступно взгляду во время движения, к тому же занято зарядным устройством для мобильных устройств. Кроме того, такие "вольтметры" имеют нерегулируемую яркость и тем создают помехи при вождении ночью. Таким образом, это изделие было признано неподходящим. Значит, необходимый прибор нужно сделать самому.

Требования к устройству:

1. Уверенная читаемость информации при взгляде "краем глаза".

2. Достаточная яркость отображения днём, отсутствие ослепления от избыточной яркости ночью.

3. Максимально возможная миниатюризация конструкции, ограниченная п. 1.

4. Привлекающая внимание индикация выхода напряжения за допустимые пределы.

5. Наконец, это должно быть просто красиво.

Таким образом, это должно быть устройство с отображением информации на OLED-индикаторе с размером, обеспечивающим п. 1 требований, собранное на малогабаритной элементной базе.

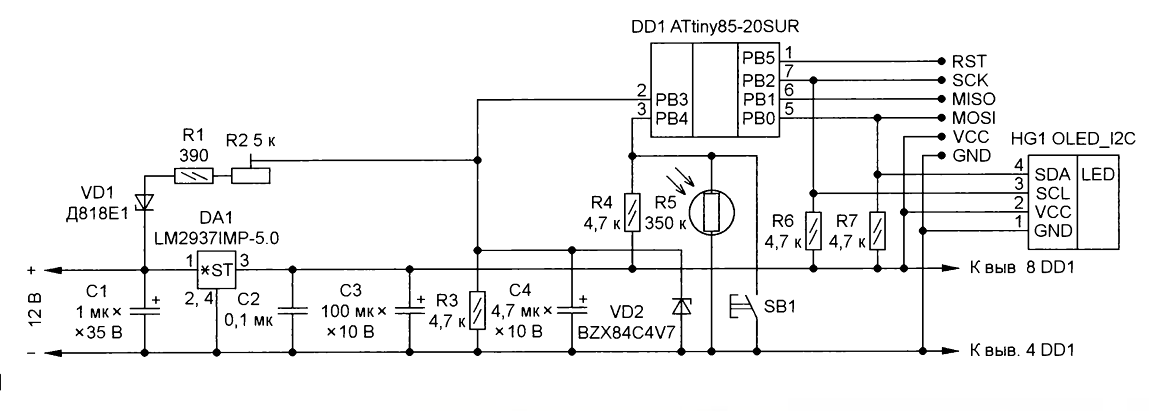


Рис. 1

Поискав в Интернете готовые решения для повторения, с удивлением обнаружил, что из похожего предлагается только вариант [1]. Однако эта конструкция не устроила по ряду параметров: использование Ардуино, что влечёт за собой немалые габариты, и использование микроконтроллера (МК), ресурсы которого многократно превышают требуемые, а также необходимость подключения к линии ближнего света для управления яркостью и звуковая индикация об отклонениях измеряемого напряжения. Кроме того, измеряемое напряжение подаётся на вход МК через простой резистивный делитель, что значительно снижает точность измерений.

В результате был разработан сначала один, потом второй вариант компактного автомобильного вольтметра с разницей в цепи питания МК, ниже остановлюсь отдельно на их различиях, достоинствах и недостатках каждого варианта. Обрабатывающая и отображающая информацию, а также программная части одинаковы в обоих вариантах.

Схема первого варианта вольтметра показана на **рис. 1**.



Рис. 2

В качестве центрального элемента системы используется микроконтроллер ATtiny85. Этот тип выбран на основании необходимого сочетания компактных размеров и достаточного объёма памяти. По шине I^{2}C к МК подключён OLED-индикатор.

Резисторы R1—R3 образуют делитель измеряемого напряжения: значение на аналоговом входе МК не должно превышать его напряжения питания. Стабилитрон VD2 ограничивает максимальное напряжение на входе МК значением 4,7 В, он необходим для предотвращения выхода МК из строя в случае, если напряжение превысит допустимые пределы (бросок в бортсети, неосторожная регулировка резистором R2).

Стабилитрон VD1 используется для организации так называемой "растянутой шкалы", он снимает "лишнее" напряжение, и таким образом удаётся получить более высокую точность показаний. К этому стабилитрону предъявляются особые требования. Поскольку устройство должно работать в очень широком интервале температур, для предотвращения зависимости показаний от температуры, необходим стабилитрон с минимальным температурным коэффициентом стабилизации. К сожалению, найти такой в корпусе для поверхностного монтажа не удалось, и единственным подходящим вариантом, как по параметрам, так и по габаритам оказался Д818Е1 отечественного производства в стеклянном корпусе. Контакты на схеме справа от МК (RST, SCK, MISO, MOSI, VCC, GND) предназначены для внутрисхемного программирования МК.

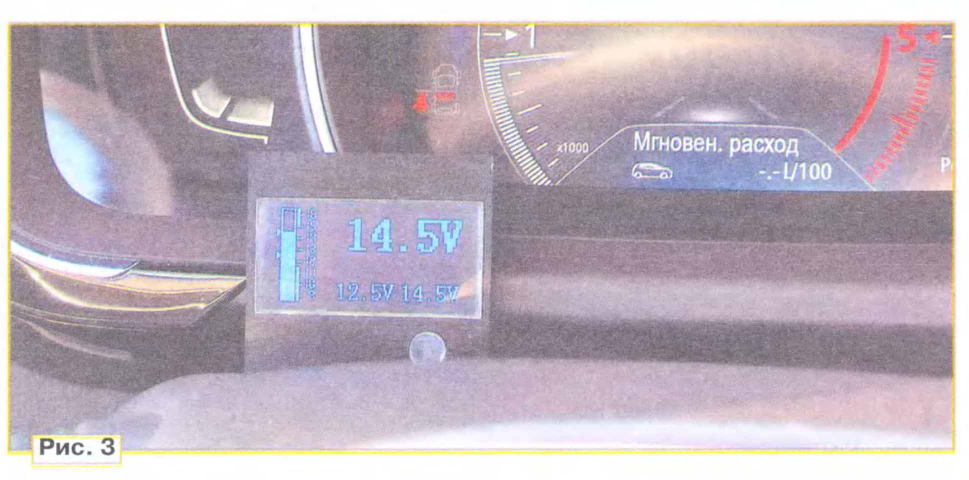


Рис. 3

На резисторе R4 и фоторезисторе R5 собран делитель, напряжение на выходе которого зависит от интенсивности окружающего освещения. Также параллельно фоторезистору подключена кнопка SB1, после нажатия на которую происходит обнуление зафиксированных минимального и максимального измеренных значений напряжения. Кнопка подключена параллельно фоторезистору, поскольку МК имеет ограниченное число доступных входов, при этом её нажатие легко определяется программно: напряжение на фоторезисторе никогда не снижается до нуля. В

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

устройстве использован фоторезистор с темновым сопротивлением 350 кОм.

Для питания МК в этом варианте использован стабилизатор LM2937, обладающий малыми габаритами и подходящими характеристиками. Достоинство такого решения — максимальная простота, интегральный стабилизатор и два конденсатора обеспечивают необходимое питание. Однако при ярком освещении (и, следовательно, максимальной яркости индикации) и большом числе включённых пикселов, которое возникает при выходе напряжения за пределы "допустимых" значений, потребляемый ток может достигать 140 мА, что при достаточно высоком перепаде напряжения на нём вызывает ощутимую теплоотдачу, нагрев может достигать 60...65 °С. Таким образом, недостаток такого решения — необходимость использовать часть печатной платы как теплоотвод с установкой металлических рёбер для дополнительной теплоотдачи. Также это вызывает необходимость наличия вентиляционных отверстий в корпусе изделия и защиты их от пыли. Тем не менее, изготовленное устройство успешно прошло в течение нескольких месяцев испытание в реальных условиях в автомобиле и показало свою надёжность (**рис. 2**).

Тем временем, пока первый вариант работал в автомобиле, из известного интернет-магазина мне прислали, наконец, ещё один OLED-индикатор, заказанный ранее по причине задержки с доставкой первого. Второй оказался более компактным, хотя и с тем же размером информативной части индикатора. Было принято решение сделать ещё один экземпляр устройства с изменениями в схеме, избавляющими от повышенного тепловыделения в предельных режимах (**рис. 3**).

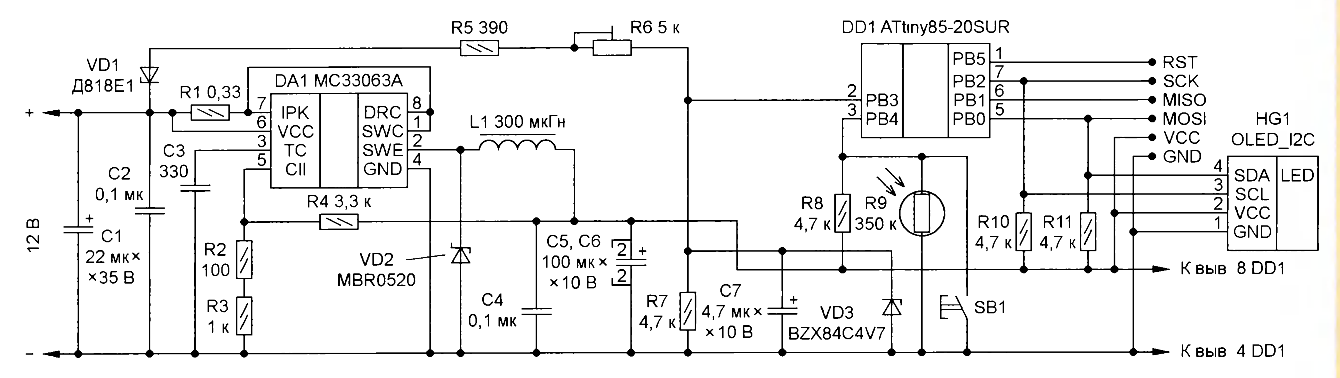


Рис. 4

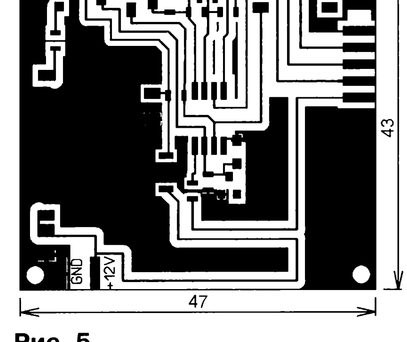


Рис. 5

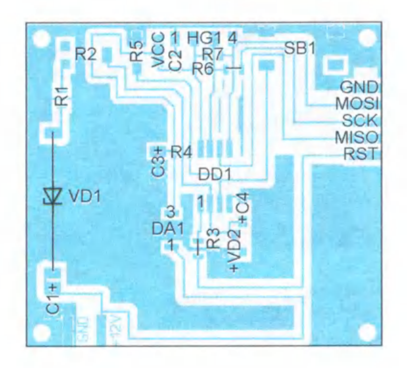


Рис. 6

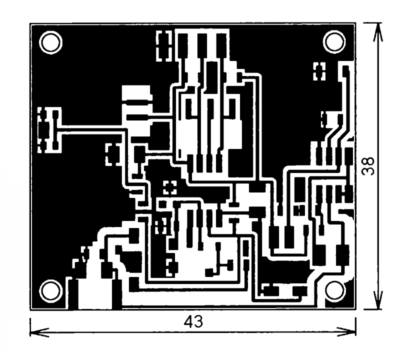


Рис. 7

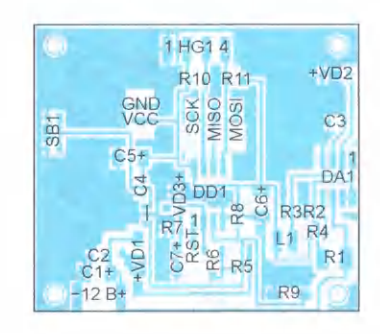


Рис. 8

Схема второго варианта вольтметра показана на **рис. 4**.

Отличие от первого варианта состоит только в цепи питания МК. DC-DC-преобразователь собран на микросхеме DA1, диоде Шоттки VD2, катушке индуктивности L1, частотозадающем конденсаторе C3, резисторе R1, задающем выходное напряжение делителе на резисторах R2—R4.

Этот вариант лишён недостатка в виде избыточной теплоотдачи, однако недостатком можно считать то, что он содержит детали, которые, может быть, сложно найти в продаже: в частности, резистор сопротивлением 0,33 Ом и малогабаритную катушку индуктивности для поверхностного монтажа. В моём случае эти детали не удалось найти в магазинах, в качестве доноров были использованы неисправные компьютерный жёсткий диск и мобильный телефон.

В отличие от первого варианта, может потребоваться подбор резистора, задающего выходное напряжение преобразователя. Также следует обратить внимание, что необходимо использовать микросхему преобразователя MC33063A. Её более распространённый аналог MC34063A в нашем случае не подойдёт, поскольку производитель гарантирует его работу только при температуре выше 0 °С.

Диод Шоттки может быть использован любой, подходящий по габаритам. Мной был использован диод MBR0520. Каких-либо особых требований к его электрическим характеристикам не предъявляется.

Оба варианта вольтметра собраны на печатных платах из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1 мм. Платы выполнены методом фоторезиста с последующим нанесением печатной маски. Чертёж платы первого варианта вольтметра приведён на **рис. 5**, расположение элементов — на **рис. 6**. Чертёж платы второго варианта показан на **рис. 7**, расположение элементов — на **рис. 8**.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Обе платы разрабатывались исходя из имеющейся платы OLED-индикатора, с которой предполагалась работа. При выборе понравившегося варианта можно увидеть плату индикатора на фотографии к статье и заказать такую же в известном интернет-магазине с размером индикатора 1,54 дюйма.

Детали на плате устройства размещены зеркально расположению деталей на плате индикатора. На местах, над которыми будут находиться детали

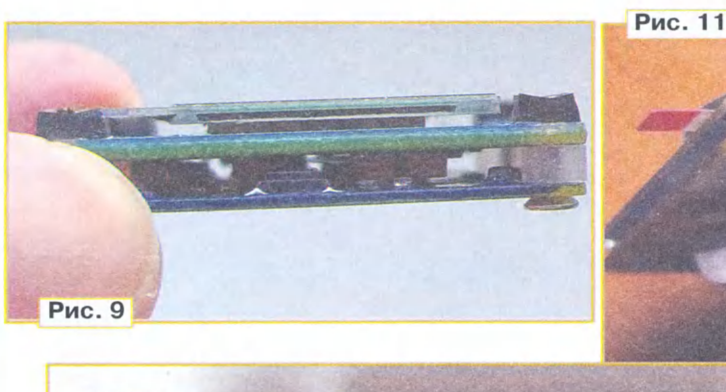


Рис. 9

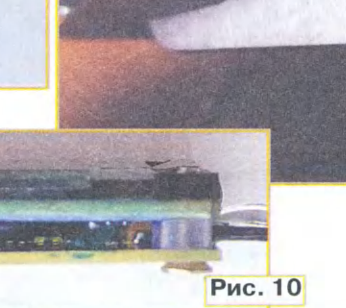
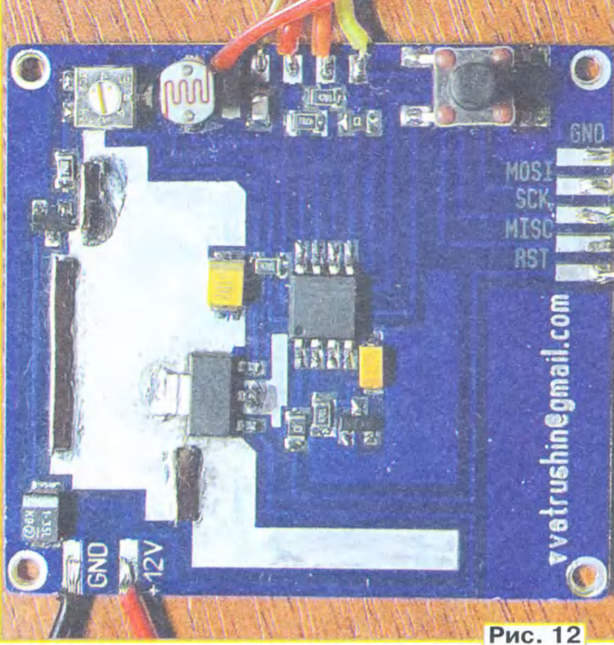


Рис. 10

Рис. 11



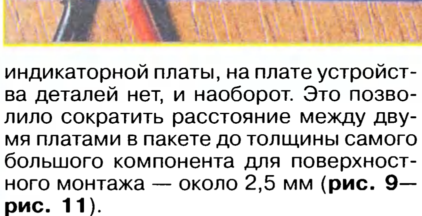


Рис. 12

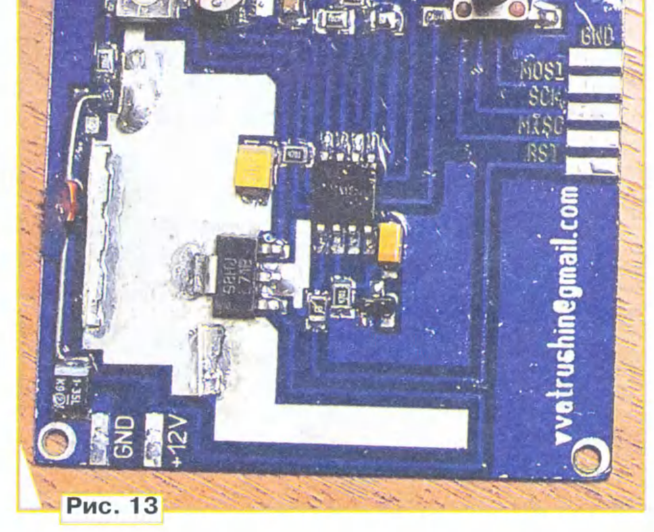


Рис. 13

индикаторной платы, на плате устройства деталей нет, и наоборот. Это позволило сократить расстояние между двумя платами в пакете до толщины самого большого компонента для поверхностного монтажа — около 2,5 мм (**рис. 9—рис. 11**).

В первом варианте вольтметра использован подстроечный резистор 3314G, кнопка — FSM8JSMATR. Во втором — подстроечный резистор 3313G, миниатюрная тактовая кнопка — KMS221GLFS.

Все постоянные резисторы и керамические конденсаторы — типоразмера 0805. Танталовые конденсаторы — типоразмера A (ёмкостью 4,7 мкФ), типоразмера B — все остальные.

Стабилитрон Д818Е1 также припаян со стороны печатных проводников, дополнительно укреплён и до некоторой степени теплоизолирован с помощью клеевого пистолета.

В первом варианте устройства паяльная маска не покрывает ту часть фольги, которая используется как теплоотвод, на ней можно видеть напаянные "рёбра" высотой 2,5 мм (**рис. 12**, **рис. 13**). Плата индикатора первого варианта показана на **рис. 14**.

В обоих вариантах плата индикатора была доработана с помощью напильника: сделаны выемки для фоторезистора, а в первом варианте также и для кнопки и подстроечного резистора. Платы устройства и индикатора второго варианта показаны на **рис. 15**. Гальванический элемент типоразмера AAA присутствует для масштаба.

При монтаже следует уделить особое внимание качеству сборки: устройству предстоит работа в условиях вибраций, и "холодная пайка", которая может долго оставаться незамеченной в "домашних" устройствах, здесь быстро приведёт к выходу из строя.

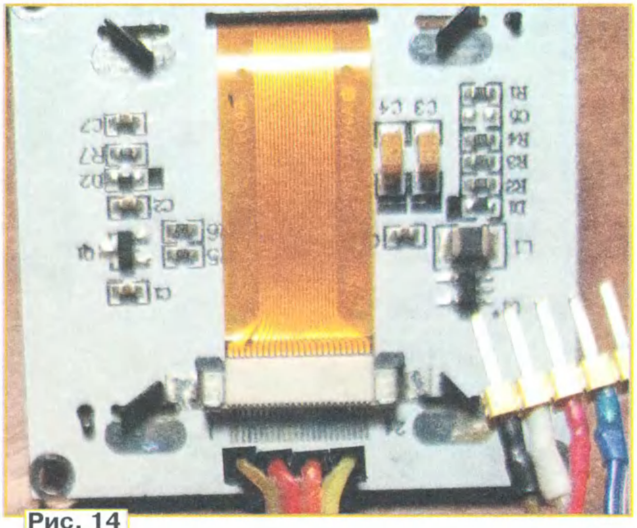
Второй важный фактор условий работы данного устройства — большие и резкие перепады температуры, особенно зимой, когда салон за несколько минут прогревается с отрицательных температур до комфортных 20 и более градусов. Такие условия могут привести к выпадению конденсата с последующими неприятными последствиями. Поэтому после монтажа и завершения отладки тщательно покрывают плату в несколько слоёв электроизоляционным лаком, например Plastik 71. Лаком заливают рабочую поверхность фоторезистора, а также контакты на плате, используемые для программирования МК. Также тщательно покрывают лаком плату индикатора, включая разъём шлейфа. Стоит покрыть лаком и торцы

стеклянной части индикатора. После монтажа межплатных соединений их также необходимо тщательно покрыть лаком.

Налаживание второго варианта несколько сложнее, поэтому начну с него. При монтаже платы следует на первом этапе не впаивать МК и не подключать индикатор. Подав напряжение 12...15 В, необходимо проверить наличие и значение напряжения 5 В после DC-DC преобразователя. Напряжение должно быть равно 5±0,05 В. Если на выходе нет напряжения, следует проверить, в первую очередь, исправность и индуктивность катушки L1, исправность и правильную установку диода Шоттки. Вы ведь уже проверили перед началом монтажа целостность всех дорожек и отсутствие замыканий между ними? В случае, если напряжение больше либо меньше, нужно подбором резистора R2 добиться требуемого значения. Следующим шагом рекомендую нагрузить цепь +5 В любым способом для достижения тока 100...150 мА и убедиться, что нет существенного изменения напряжения. Если напряжение под нагрузкой нестабильно, проверьте катушку индуктивности, возможно, её индуктивность недостаточна.

Следующие шаги относятся к обоим вариантам.

Впаивают МК и программируют его. Либо сначала программируют МК,


Рис. 14

затем впаивают его, последовательность не имеет значения. Мне удобнее программировать уже установленный на плату МК. Подключают временной проводкой плату индикатора. При отсутствии ошибок в монтаже и корректной прошивке после включения на индикаторе будет показана цифровая и графическая информация (**рис. 16**).

На этом этапе подключают внешний цифровой вольтметр к контактам питания устройства и фиксируют подаваемое напряжение, например 13,5 В. Затем регулировкой подстроечного резистора добиваются, чтобы то же значение отображалось на индикаторе. Проверяют, что при изменении входного напряжения его значение на индикаторе устройства отображается корректно, при необходимости корректируют подстроечным резистором.

На этом налаживание устройства заканчивается, и можно переходить к электроизоляции лаком и финальной сборке в единую конструкцию.

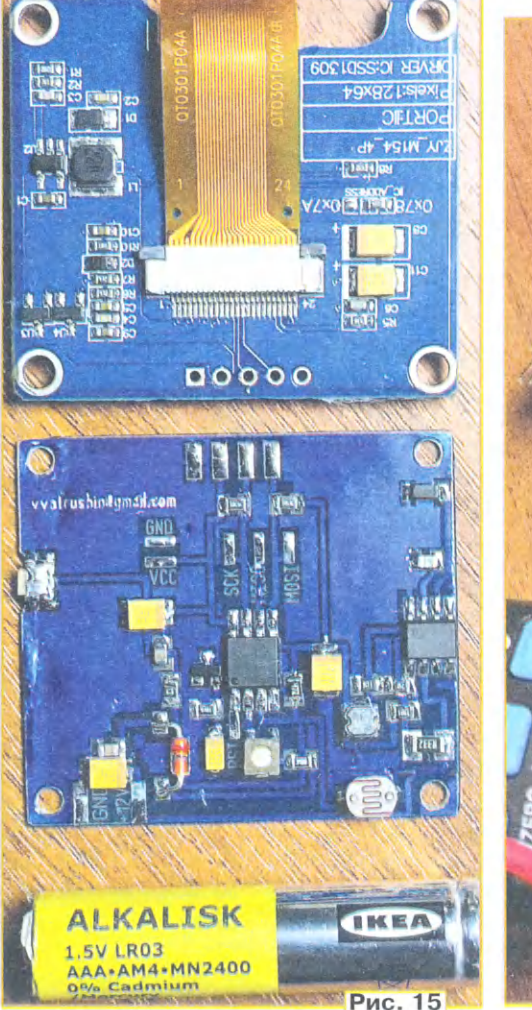


Рис. 15

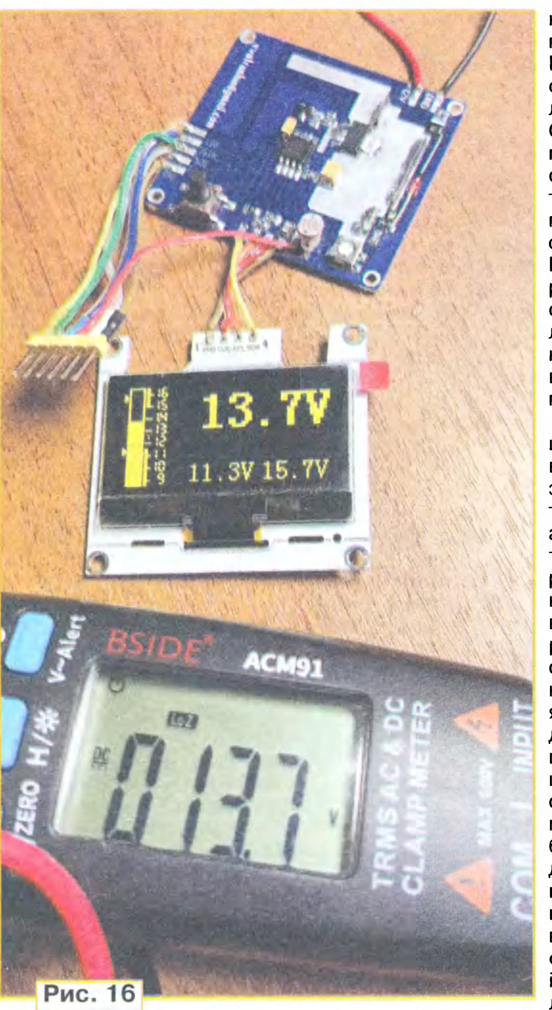


Рис. 16

Программная часть конструкции создана под оболочкой Arduino IDE. К сожалению, из огромного числа библиотек для работы с OLED лишь очень немногие могут работать с серией МК ATtiny, и только единицы из них представляют все необходимые функции. По результатам экспериментов выбор был сделан в пользу библиотеки lcdgfx [2]. Однако в неё пришлось внести небольшие дополнения.

По умолчанию для шины I²C использованы выводы 2 и 3 МК. В этом случае остаётся только один свободный аналоговый вход вместо двух требуемых. Вариант использования в качестве аналогового входа вывода 1 МК не рассматривался, поскольку после подобного изменения состояния потребовалось бы для каждой последующей процедуры прошивки применять высоковольтный программатор. Таким образом, было принято решение для работы с шиной I²C использовать выводы 5 и 7 МК. Для этого были внесены изменения в файл src/lcd_hal/avr/i2c_embedded.cpp библиотеки.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

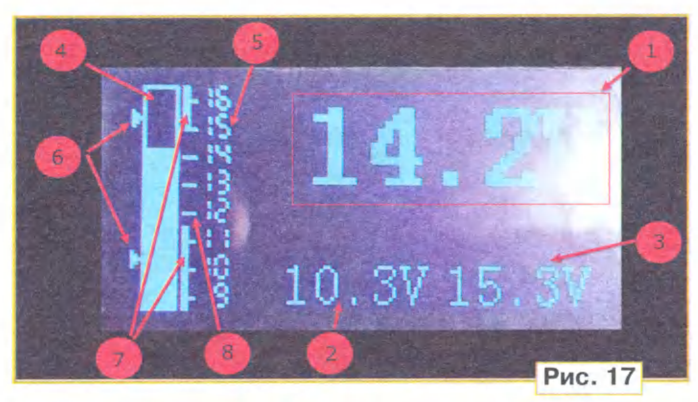
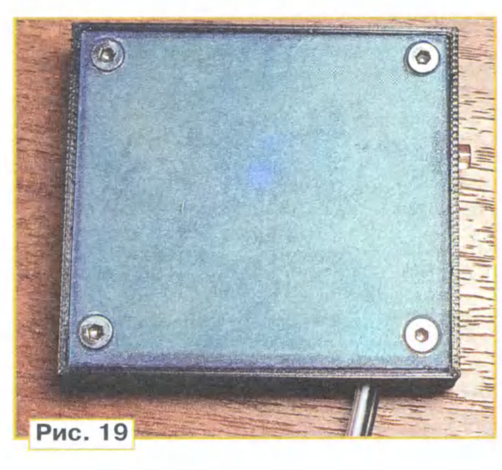


Рис. 17



Рис. 18


Рис. 19

Потребовалось использовать различные шрифты, но при максимальной экономии памяти. В основном показываются цифры и только два символа — пробел и буква V. Загружать полный алфавит при потребности в двух символах — расточительство в плане использования памяти. По этой причине был прописан сокращённый фонт, состоящий из цифр, а также знаков ":" и "/", как наиболее близко расположенных к цифрам. При этом отображение двоеточия было заменено на пробел, а "/" — на символ "V". С этой целью внесены изменения в файлы src/canvas/fonts/fonts.c и src/canvas/fonts/fonts.h.

Изменённые файлы прилагаются к статье вместе с исходным кодом.

По исходному коду отдельного описания делать нет смысла, поскольку размер исходной программы невелик, и она полностью прокомментирована, при желании не составит труда разобраться в ней, а также внести изменения, если захочется внести собственные доработки.

Для тех, кому не хочется разбираться в исходниках и править библиотеки, прилагаю также готовый hex-дамп скомпилированного кода, который можно непосредственно залить в МК с помощью любого подходящего программатора.

Информация, выводимая на экран индикатора, показана на **рис. 17**.

1 — текущее напряжение в бортовой сети. Выводится в инверсном виде, если значение находится выше максимально допустимого или ниже минимально допустимого уровня.

2 — минимальное зарегистрированное напряжение с момента включения или обнуления.

3 — максимальное зарегистрированное напряжение с момента включения или обнуления.

4 — графический индикатор напряжения.

5 — цифровые отметки напряжения для графического индикатора.

6 — графические отметки минимального и максимального значений измеренного напряжения с момента включения либо обнуления.

7 — линии, обозначающие значения напряжения на графическом индикаторе, выходящие за пределы допустимого, пониженное и повышенное.

8 — графические метки для значений п. 5.

Корпус для первого варианта куплен готовый, размерами 50×50 мм, обрезан по толщине до нужного размера. Для индикатора и фоторезистора прорезаны окна, закрытые оргстеклом толщиной 1 мм.

На верхнем и нижнем торцах, напротив теплоотвода, сделан ряд вентиляционных отверстий диаметром 1,5 мм. Все отверстия, а также пространство вокруг кнопки и ввод проводов закрыты поролоном толщиной 0,5 мм для защиты от пыли.

Для второго варианта подходящего корпуса в продаже не нашлось, поэтому была заказана его печать на 3D-принтере с последующим закрытием окон для индикатора и фоторезистора тонким оргстеклом. Для изготовления толкателя кнопки был пожертвован миниатюрный светодиод (**рис. 18**). Как и в первом варианте, тонким поролоном закрыты все места, через которые внутрь может попадать пыль. Вентиляционные отверстия для этого варианта не требуются (**рис. 19**).

Практическое применение показало, что прибор полностью выполняет возложенные на него функции, он весьма миниатюрен, но при этом информация на его экране хорошо читается. Инверсия показаний при выходе напряжения за разрешённые пределы хорошо привлекает внимание. Яркость изображения в дневное время достаточна для лёгкого считывания показаний даже в солнечную погоду, при этом сниженная яркость ночью не слепит глаза.

Измерение напряжения, отображение критических режимов показаны в [3], а работа в автомобиле, изменение яркости — в [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильный вольтметр на Ардуино с OLED-дисплеем. — URL: **https://youtu.be/hT3C0Ecr2ds** (19.05.22).

2. Библиотека lcdgfx. — URL: **https://github.com/lexus2k/lcdgfx** (19.05.22).

3. Измерение напряжения. — URL: **https://youtu.be/keLmJEPmAJY** (19.05.22).

4. Работа в автомобиле. — URL: **https://youtu.be/NE2mg61DCXo** (19.05.22).

***От редакции**. Файлы для программирования и чертежи печатных плат находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/car_volt.zip** на нашем ftp-сервере.*



Мемориал А. С. Попова 2022 — итоги

В этом году мы получили 15 отчётов. Таким образом, в соревнованиях в личном и командном зачётах приняли участие около 170 спортсменов.

В группе участников, работавших телеграфом, лучшим стал Анатолий Медов (R3EC), д. Жуковка Орловской обл. В соревнованиях прошлого года он был вторым в этой группе. Всего на две связи меньше провёл Павел Гончаров (UA6Y), пос. Трёхречный Майкопского района, Республика Адыгея, который занял второе место. А третьим в этой группе был Сергей Сергеев (R7MM), г. Таганрог Ростовской обл.

У тех, кто работал SSB, победил Александр Чуркин (RM4HZ), с. Новый Буян Самарской обл. Второе место в этой группе занял Алексей Рубцов (RA4FEU), пос. Заря, г. Пенза. На третьем месте — Николай Дорошенко (UA6HML), пос. Солнечнодольск Ставропольского края.

В группе MIXED на первом месте — Николай Орехов (RL4A), с. Ольховка Волгоградской обл. В прошлогодних соревнованиях он занял второе место. На второе место вышел Максим Коновалов (UF0B), г. Ачинск Красноярского края, а на третье — Александр Новиков (R3LA), г. Смоленск.

Среди радиостанций с несколькими операторами лучшей, как в прошлом и в позапрошлом годах, была команда коллективной радиостанции ДОСААФ RC9J, г. Радужный Тюменской обл. В неё входили Алексей Зотов (R9JR) и Денис Рукинов (UA8J). Второе место — у команды коллективной радиостанции клуба "Рекорд" R3VR, г. Александров Владимирской обл., в составе которой участвовали Сергей Павлов, Владимир Блинков, Виталий Порохня, Сергей Ляпин и Владимир Злыднев. Третье место заняла команда радиостанции RC0AR МБОУ ДО "Станция юных техников", г. Назарово Красноярского края, в состав которой входили Матвей Суздалев, Андрей Карелин, Владимир Воронцов и Андрей Глушков.

Команда радиостанции RK4W Дворца детского (юношеского) творчества г. Ижевска была лучшей в молодёжной группе коллективных радиостанций. В составе этой команды участвовали Сергей Коробко (R4WBF), Матвей и Михаил Лялины. Тренирует команду Павел Анатольевич Коробко (R4WX). На втором месте в этой группе — команда коллективной радиостанции UN8LWZ средней школы № 11, г. Костанай, Казахстан, в составе которой принимали участие Юлия Улан, Виолетта Демченко, Жансая Барамбаева, Азат Паризов и Владислав Мазаев. Тренер команды — Анатолий Дмитриевич Ефанов (UN9LA). Третье место заняла команда радиостанции RM3X Дома детского творчества, г. Медынь Калужской



Анатолий Медов (R3EC) показал лучший результат в группе SINGLE-OP CW.



Команда RC9J — победитель в группе коллективных радиостанций, слева—направо: Алексей Зотов (R9JR) и Денис Рукинов (UA8J).



Александр Чуркин (RM4HZ) — победитель в группе SINGLE-OP SSB.



Антенна RM4HZ.

области, которую тренирует Анатолий Филиппович Иванников. В неё входили Евгений Гусев, Игорь Кузьмин (R3X021) и Дмитрий Якунин.

В группе музейных участвовали три радиостанции. Лучший результат показала радиостанция RK1A Центрального музея связи им. А. С. Попова г. Санкт-Петербурга. На втором месте — радиостанция музея-квартиры А. С. Попова RK1B также из г. Санкт-Петербурга. Третье место заняла радиостанция R9DMP Мемориального музея А. С. Попова, г. Краснотурьинск Свердловской обл.

Наблюдателей в этих соревнованиях было двое. На первое место вышел Юрий Сапожников (R3D-204), пос. Подосинки, г. Дмитров Московской обл. На втором месте — Александр Юрин (UA1111SWL), д. Журавлёв Конец Псковской обл.

В этом году в мемориале были представлены все федеральные округа страны. Лучшие результаты по федеральным округам среди радиостанций с одним оператором (группа MIXED) и с несколькими операторами показали:

— RM1T и R1ZM (Северо-Западный федеральный округ);

— R3LA и R3VR (Центральный федеральный округ);

— RL4A (Южный федеральный округ);

— UF0B и RC0AR (Сибирский федеральный округ);

— RC9A и RC9J (Уральский федеральный округ);

— RA9SF и RK4HYT (Приволжский федеральный округ);

— UA6GO (Северо-Кавказский федеральный округ);

— UA0QN (Дальневосточный федеральный округ).

У иностранных участников этих соревнований лучшими оказались UN8PT и коллектив UN8LWZ.

Российские радиостанции, показавшие лучшие результаты по федеральным округам страны, и лучшие среди иностранных радиостанций будут отмечены памятными плакетками Минкомсвязи РФ и ФГУП "ГРЧЦ".

В **таблице** приведены итоги всех участников (место, позывной, число связей, результат), кроме того, итоги размещены по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/popov_mem_2022_tab_site.pdf** на нашем сайте.

SINGLE-OP CW

1	R3EC	211	9894
2	UA6Y	209	9466
3	R7MM	184	8588
4	RK3ER	180	8090
5	RA3AN	160	7068
6	RA7E	153	7054
7	R7AT	151	6989
8	UA4AQL	136	6091
9	R0BI	132	5940
10	R3OR	135	5751
11	R9OK	127	5701
12	UA3QGT	125	5559
13	R3EA	118	5260
14	RA3NC	105	4791
15	RW3AI	105	4538
16	RA9DZ	99	4309
17	EV6Z	100	4284
18	RT8O	95	4252
19	UD8V	96	4152
20	UA6HFI	95	4132
21	UN7FW	90	4059
22	UI4F	87	3975
23	EW8OM	89	3916
24	R8XF	87	3723
25	R7TD	75	3411
26	RU9TN	73	3345
27	UN7CAW	72	3323
28	UA0UV	82	3290
29	UA6AK	76	3272
30	R1NW	74	3205
31	RA4CL	71	3174
32	RN3S	69	3057
33	RA3DSV	65	3013
34	RO9L	71	2996
35	OK4RQ	63	2892
36	R9XS	66	2872
37	UA9SEC	60	2550
38	RV9CVA	58	2530
39	RW9AV	56	2415
40	UA3RF	54	2361
41	R7MT	52	2162
42	RN4AO	50	2117
43	UA4FCO	46	2107
44	UA3YDI	51	2086
45	R1NO	48	2050
46	R9QQ	48	2023
47	UA4FDL	46	2017
48	RK4NB	47	1972
49	UA4UAR	44	1907
50	RK9DR	39	1902
51	R1ND	38	1710
52	RW9MZ	37	1659
53	EU8R	30	1581
54	RA4FAY	35	1557
55	R4BZ	34	1527
56	RD3FT	38	1500
57	OK2QX	33	1391
58	RX7T	34	1375
59	RA9AFZ	30	1247
60	R8MB/1	29	1218
61	RA3XCZ	30	1188
62	OK1VK	28	1172
63	RA3TT	24	959
64	UT7MR	18	831
65	UA0LKD	18	801
66	RT2X	16	789
67	RN0JT	20	725
68	YL2II	18	683
69	RT2P	10	406
70	UA0LDY	5	235
71	R7KO	7	223
72	R0AD/P	5	165
73	RA3WUG	3	127

SINGLE-OP SSB

1	RM4HZ	93	3523
2	RA4FEU	68	2936
3	UA6HML	72	2935
4	RK3E	61	2492
5	R3AAA	57	2323
6	UA4HEZ	60	2267
7	R6DBT	50	2143
8	RA3VFF	52	2012
9	UA4FDK	54	1995
10	R9SDL	43	1879
11	UA4WBS	48	1736
12	UB8AAT	47	1724
13	RZ0SW	42	1682
14	RD8B	41	1671
15	RW3YB	42	1551
16	RT9YT	27	1130
17	R2EL	28	1051
18	R6DOO	14	685
19	UA4PAN	18	627
20	UA6AAK	6	242
21	UN7GN	3	115

SINGLE-OP MIXED

1	RL4A	230	10539
2	UF0B	224	9836
3	R3LA	216	9425
4	R3OM	219	9273
5	RM1T	181	7971
6	UA6GO	167	7459
7	RA9SF	169	7433
8	RC9A	158	7332
9	UA0QN	173	7295
10	UA4CNJ	156	7286
11	UN8PT	155	6744
12	UA6HLN	134	6009
13	R4ACY	139	5985
14	RN9RF	121	5279
15	UA0DX	117	4894
16	R1NI	106	4443
17	UA9CU	92	4246
18	RX9CM	93	4035
19	UA4CBJ	76	3655
20	UA3DLD	87	3643
21	RA4AG	82	3501
22	UG4P	77	3411
23	R9CX	75	3135
24	EW8G	69	3044
25	RT5C	62	2605
26	UA9SMU	60	2494
27	RT6N	54	2450
28	RA9AMC	51	2200
29	R6CW	47	2082
30	R0JD	49	2022
31	R4MA	39	1756
32	RA1AGJ	33	1579
33	R2DEM	27	1539
34	RA3VE	30	1414
35	UA3UBT	35	1345
36	RZ9A	20	892
37	RA9YUI	19	815
38	UA3PP	18	792
39	UC7T/9	16	450
40	DL1DXX	0	0

MULTI-OP

1	RC9J	221	9712
2	R3VR	208	8753
3	RC0AR	180	7443
4	RK4HYT	131	5963
5	R1ZM	120	5470
6	RC9FC	33	1298
7	RK3SAI	18	658

JR MULTI-OP

1	RK4W	158	6912
2	UN8LWZ	82	3421
3	RM3X	78	3415
4	RK9CYA	69	3023
5	RC9MAA	37	1378

POPOV MUSEUM

1	RK1A	118	5269
2	RK1B	84	3897
3	R9DMP	32	1462

CHECKLOG

1	EU6RO	29	0
2	OK2BOB	9	0
3	RK3TD	40	0
4	RV3LO	1	0
5	RV3DBK	7	0
6	RZ8U	62	0

SWL

1	R3D-204	67	2860
2	UA1111SWL	4	165

"Военный радист" в Жуковском

Анатолий ПОДМАРЕВ (R2DFJ), г. Жуковский Московской обл.

В декабре 2011 г. в православном приходе Пантелеимоновского храма в г. Жуковском Московской области заработал кружок радиоэлектроники. Руководитель кружка — преподаватель филиала "Стрела" МАИ, канд. техн. наук Анатолий Подмарев, R2DFJ. Каждый год кружок работает по новой программе, что позволяет охватить все или почти все направления радиолюбительства. В кружке есть действующая коллективная радиостанция R2DOV. Кружок организует мастер-классы, участвует в выставках, соревнованиях на КВ и УКВ. Два года назад появилась идея организовать и провести военно-патриотическую игру "Военный радист".

23 мая в приходе Пантелеимоновского храма давняя идея организации и проведения военно-патриотической игры "Военный радист" была воплощена в жизнь. Мероприятие было приурочено ко Дню радио и Дню Победы, а кроме того, посвящено памяти Ореста Александровича Поцепня, советника генерального директора по технической политике и развитию НИИП имени В. В. Тихомирова, внёсшего неоценимый вклад в создание кружка радиоэлектроники в Пантелеимоновском приходе.

Из-за всеобщих неурядиц пришлось сместить мероприятие по времени и сделать его более скромным. Воспользовавшись паузой, силами ребят из кружка радиоэлектроники удалось собрать несколько комплектов импульсных металлоискателей. Восстановить и настроить промышленную радиоаппаратуру — приёмники-пеленгаторы "Алтай-3,5 МГц" и Си-Би-рации "Урал-Фермер" — помогали студенты филиала "Стрела" МАИ. Ими же было изготовлено несколько комплектов маломощных радиомаячков на логических микросхемах. Для конкурсов с радиосвязью использовались Си-Би-рации, работающие в безлицензионном диапазоне.

В игре участвовали 39 человек (восемь команд), среди которых были студенты филиала "Стрела" МАИ и Авиационного техникума им. В. А. Казакова, курсанты православного военно-патриотического клуба "Витязь", воспитанники воскресной школы "Летучий корабль" при храме Архангела Михаила, учащиеся школ № 9, 10 и 15 и коллектив кружка радиоэлектроники прихода Пантелеимоновского храма (**фото 1**).

В проведении конкурсных заданий в качестве волонтеров помогали 18 студентов филиала "Стрела" МАИ.

Участникам игры нужно было пройти квест, в ходе которого команды помогают восстановить нарушенную инфраструктуру охраняемого объекта и раскрыть коварные планы неприятеля. Получив планшеты с картой местности без указаний локаций (**фото 2**) и перехваченную шифрограмму, команды распределились по локациям, и игра началась. Первое задание по поиску жетонов с фрагментами карты позволило участникам найти тайник с рацией (***фото 3 на 3-й с. обложки***). Второе задание — "Охота на лис" (***фото 4 на 3-й с. обложки***) требовало от участников отыскать замаскированные радиомаячки с помощью приёмников-пеленгаторов, что позволило командам обзавестись аккумуляторами к рациям (**фото 5**). Третье задание было связано со сборкой усилителя в конструкторе "Знаток" (**фото 6**), что позволило командам услышать шифр кодового замка со следующей локации. Четвёртое задание "Связист" требовало от участников незаметно (***фото 7 на 3-й с. обложки***), под имитированным прицельным огнём (для этого конкурса использовались пистолеты с пистонами) (**фото 8**) протянуть проводную линию связи, подключить полевой телефон (**фото 9**) и узнать пароль локации "Криптоцентр".

Фото 2



Фото 1

Фото 5

Фото 6

Фото 10

Фото 11

Фото 8

На следующей локации командам предстояло разгадать тайну перехваченной командованием шифрограммы, используя подготовленные методички с описанием различных шифров (Цезаря, Атбаш, Бэкона и др.) (**фото 10**). Из шифровки участники узнают номер канала, на котором неприятель ведёт связь и раскрывает координаты стратегически важного тайника. Команды спешат доложить об этом в штаб, но по

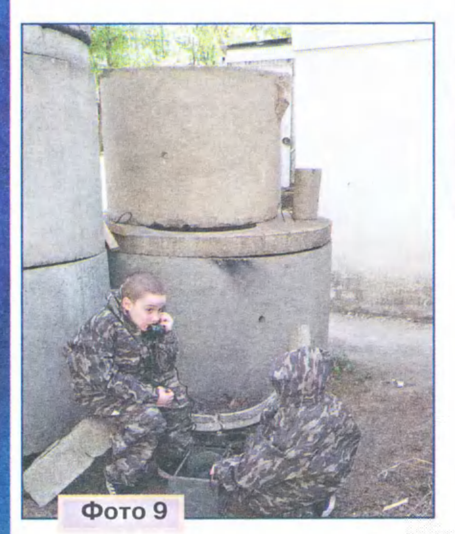


Фото 9



Фото 12

сюжету игры его координаты можно было узнать только в центре управления. Там тоже незадача — нарушен сигнальный кабель, который позволял выводить карту с местонахождением локаций на ЖК-монитор. Командам предстояло вооружиться монтажным инструментом и восстановить кабель (**фото 11**). Но и тут их ждало разочарование — локаций много, а какая из них штаб, знал только командир, который отлучился на соседнюю локацию и до сих пор не вернулся. Команда спешит туда и находит его лежащим возле палатки, страдающим от боли (**фото 12**). Участники отыскивают необходимые медикаменты — жевательные конфеты в оригинальной упаковке — и передают их пострадавшему. Почувствовав себя значительно лучше, командир сообщает позывной и номер канала штаба, чтобы по рации можно было уточнить его координаты. Команды находят штаб, сообщают о шифровке, тайнике неприятеля и возвращаются на место старта для подведения итогов.



Фото 13

Участники были разделены на две категории: постарше и помладше. Отсюда — по два призовых места. В категории постарше первое место досталось команде филиала "Стрела" МАИ, второе место заняла команда Авиационного техникума имени В. А. Казакова, третье место досталось кружку радиоэлектроники Пантелеимоновского прихода. В категории помладше первое место заняла команда радиокружка школы № 10, второе — воспитанники воскресной школы "Летучий корабль", третье — команда школы № 15. Все участники были награждены грамотами и радиовещательными всеволновыми радиоприёмниками (**фото 13**).

Три часа пролетели как одно мгновение! Участники и их родители остались в восторге от проведённого мероприятия.

В планах кружка — развивать это направление проведения досуга, подключая молодёжь градообразующих предприятий, профильных организаций, учебных заведений и молодёжных объединений Московской области.

Воспоминания о Broadcasting

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

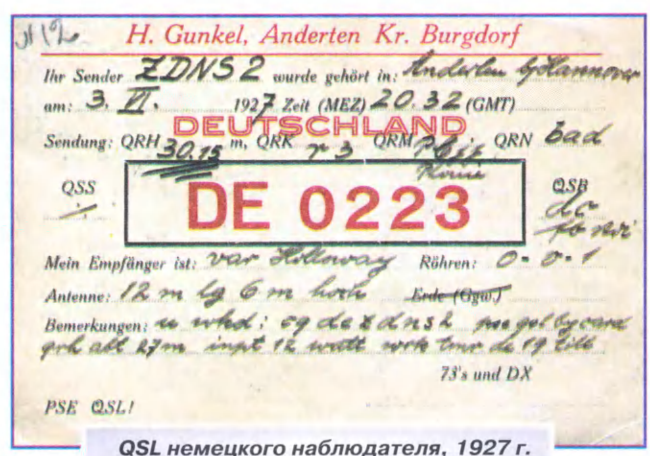
Историческая справка. Так называемый Broadcasting — проведение наблюдений за работой вещательных и ведомственных радиостанций — зародился в 20-х годах прошлого столетия.

Например, история сохранила две QSL's за 1927 г. немецкого и шведского наблюдателей за работой ведомственной радиостанции, которая была расположена в пос. Детское Село Ленинградской губернии.

Представляет интерес и QSL, которую в 1938 г. рассылал своим слушателям московский Радиоцентр.

Примечание. Приведённая на QSL фотография была сделана в Ленинграде в 1938 г. после окончания экспедиции "Северный полюс" (UPOL). На фотографии слева—направо: П. П. Ширшов, Э. Т. Кренкель (RAEM), И. Д. Папанин и Е. К. Фёдоров (ex-76RB).

За эту экспедицию Петру Петровичу Ширшову, Эрнсту Теодоровичу Кренкелю и Евгению Константиновичу Фёдорову были присвоены звания Герой Советского Союза, а Иван Дмитриевич Папанин был награждён второй медалью Золотая Звезда.



QSL немецкого наблюдателя, 1927 г.



QSL шведского наблюдателя, 1927 г.



ПОЧТОВАЯ КАРТОЧКА

RADIO CENTRE MOSCOW.

Dear Listener,

We are glad to verify reception of our broadcast on Sept 20 1938, at 8 pm EST on a wavelength of 19.89 metres 15,080 kcs. through Radio Station RAN

We shall always be glad to hear from you and have your reports of reception. We welcome comments on our programmes and would be pleased to have suggestions for same.

With radio greetings,

RADIO CENTRE.

QSL московского Радиоцентра, 1938 г.

"Хулахуп" в моём "шеке", 1976 г.



Вымпел "Радио София".

Регулярно просматривая на страницах номеров журнала "Радио" рубрику "Новости вещания", вспомнил события 50-летней давности.

Многие коротковолновики-наблюдатели (SWL's) тех лет должны помнить, что был популярен в те годы Broadcasting, а в 70-е годы и наблюдения за "дальним" телевидением.

Особым "шиком" среди наблюдателей было получение от так называемых "вражеских голосов" — радиостанций BBC, "Голос Америки", "Немецкая волна", "Свобода", "Радио Швеция", "Радио Пекин" и др. — специальных QSL's, вымпелов, дипломов, значков и другой атрибутики. Они даже проводили своеобразные соревнования среди своих слушателей...

Сложность заключалась в том, что прослушивание передач этих радиостанций, во-первых, в СССР не поощрялось, а во-вторых, многие "голоса" нещадно глушились...

<u>Примечание</u>. Несколько отвлекусь от основного текста. Дело в том, что "глушилки", накрывая частоты вышеуказанных радиостанций, создавали коротковолновикам проблемы в приёме DX'сов. Например, во Львове передатчик "КВ-5" (имел мощность 5 кВт) был расположен практически в центре города — рядом с собором Святого Юра, который своим сигналом глушил на "сороковке" вещательную радиостанцию "Радио Пекин" (на частоте 7,040 МГц). И коротковолновики, как могли, боролись. Например, Владимир Николаевич Гончарский (UB5WF, позже — U5WF) в начале 70-х годов, собрав у кого только возможно кварцевые резонаторы на 7 МГц, сделал несколько кварцевых фильтров на начало телеграфного участка этого диапазона. А когда в середине 70-х годов нам вернули диапазон 160 м, изготовил рамочную при-



"Синий" и "Красный" значки DX Club "Радио Киев" (слева) и значок "Радио Пекин" (справа).



Членский "Сертификат" DX Club "Радио Киев".

ёмную антенну на диапазоны 40 м—160 м, которую мы назвали "Хулахуп", поскольку для её изготовления был использован продающийся в магазинах "Спорттовары" пластмассовый обруч. И во Львове сразу же стали повторять её удачную конструкцию. А в 1988 г. U5WF, UB5WE (его сын Виктор) и UY5XE опубликовали её описание [1].

Особенно такие наблюдения были развиты в Латвийской ССР. Будучи президентом "Львовского клуба наблюдателей" (LVSWLsC), в одно из своих посещений в 1970 г. конференции "Латвийской секции наблюдателей" (LSWLS) поздним вечером и с большими предосторожностями Александр Вилкс (UQ2-037-1, ныне — YL-RS-01) привёл меня к одному рижскому SWL — обладателю большой коллекции всевозможной атрибутики "вражеских голосов", которая была им вынута из "тайника", и я её увидел воочию.

Поясню, что эта атрибутика выпускалась не только с целью пропаганды, но и регулярное получение QSL's от SWL's позволяло техническим службам радиостанций определять эффективность их вещания на определённые страны как по выбранному времени передач, так и по частотам вещания.

Приехав во Львов, и я начал активно слушать вещательные станции и посылать им свои QSL's (как UB5-068-3).



Вымпел DX Club "Радио Киев".

Оценка их сигнала обозначалась в системе SINPO, пятибальная система, максимум оценки — 55555. К сожалению, ответные QSL's и некоторая другая атрибутика приходили в основном от вещательных радиостанций стран народной демократии. До сих пор многое сохранилось в моём архиве [2].

Особенно интересно было слушать передачи "Радио Киев", которые на прекрасном английском языке вёл Сергей Бунимович (UB5UN, позже — Бунин: UR5UN), д-р техн. наук, профессор [3]. Слушая его передачи, можно было осваивать английский язык.

При радиостанции существовал DX Club, президентом которого был UB5UN. Клуб высылал два своих значка ("Синий" и "Красный"), которые я получил вместе с QSL "Радио Киев". Каким-то образом умудрился проскочить цензуру отправленный мне значок "Радио Пекин".

А в 1988 г. при очередной встрече, когда мы вспоминали его эту деятельность, Сергей мне вручил членский "Сертификат" и вымпел клуба.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гончарский В. Н., Гончарский В. В., Члиянц Г.** Приёмная рамочная антенна на диапазоны 40...160 м. — Радиоежегодник, М.: Изд. ДОСААФ, 1988, с. 53—59.

2. **Члиянц Г.** SWLs — наша юность! — Львов: СПОЛОМ, 2011, 128 с.

3. **Члиянц Г.** Светлой памяти UR5UN. — Львов: Галицький друкар, 2018, 40 с.

Якутская радиомиссия-2

Евгений СЛОДКЕВИЧ (UA3AHM/OH5HM), г. Москва

Ещё летом 2021 г. с целью демонстрации работы коротковолновой радиосвязи с применением радиостанций "Карта-3" была проведена мини-экспедиция представителей компаний ООО "Фирма" Радиал", г. Москва, и ООО "АНТС", г. Якутск. Проверялась радиосвязь между стационарной радиостанцией, установленной в вагончике орнитологов, недалеко от города, и группой операторов, выезжающих на разные расстояния с разворачиванием антенн в лесу на дистанциях до 300 км. Связь проводилась в дневное время на диапазонах 1,8 и 3,7 МГц как голосовым, так и цифровым режимом в программе "КВ-пейджер". Во всех случаях качество связи было отмечено как отличное и хорошее.

Вторая поездка была проведена в апреле этого года и имела целью проверку новых радиостанций "Эрэл-4", "Экспедиция-80" и "Долина-10", а также ознакомление с устройством КВ-шлю-



Фото 1



Фото 2


Фото 3



Фото 4

зов, позволяющих обмениваться SMS-сообщениями на расстояниях 200...300 км. Для этого мы установили простую автомобильную антенну на КАМАЗ "Сайгак", а в собачьем питомнике, как наиболее тихом месте в плане радиопомех, организовали КВ-шлюз и рабочее место радиооператора с радиостанцией "Карта-3" плюс смартфон с "КВ-пейджером" (**фото 1**).

Стартовал наш "Сайгак" примерно в полдень, заехав предварительно на заправку в городе. К моему удивлению, на выходной мощности 8 Вт нас было неплохо слышно даже из-под металлической крыши АЗС, хотя индикатор выходной мощности радиостанции "Долина-10" отметил некоторую расстройку антенны. На протяжении маршрута в 90 км мы заметили ослабление голосовой связи в районе 30 км по прямой. При этом текстовые сообщения проходили со стопроцентным качеством. Голосовая связь возобновилась примерно после 60 км и не пропадала уже до полуночи, но прежде нам пришлось отключить в машине все инверторные преобразователи, чтобы полностью очистился индикатор S-метра от помех. Работа дизеля никак не ухудшала приём.

В посёлке Бердигестях, что в 176 км от Якутска, нас встретили представители местной администрации с двумя радиостанциями в руках. К моему удивлению, они так и не проверили их работу, всё ждали, когда им покажут. Раскидав наспех диполь по остаткам снежных сугробов и проведя краткий инструктаж, я вызвал их из автомобиля. В этот момент в эфире появился "собачий питомник". После того как середину диполя приподняли на высоту дорожного знака, была установлена двухсторонняя голосовая связь (**фото 2**). Ребята из администрации посёлка остались довольны, а мы продолжили свой путь. На заветное озеро с обещанными "щуками-монстрами" нам пробиться не удалось, поэтому мы поехали на другое озеро, до которого "недалеко". Это оказалось примерно в 70 км, из которых 40 км — по зимнику (**фото 3**). Добрались до места в пять часов утра и связь в десять часов просто проспали. Но зато КВ-шлюз прошёл своё первое боевое крещение, при котором произошёл полезный радиообмен на предмет произошедшего ДТП в городе с урегулированием с владельцем авто, находящимся в тайге за 350 км. Фраза "наехал КАМАЗ" на самом деле скоро превратилась в "зацепил бампер". Эту особенность текстового радиообмена необходимо учесть в будущем. Тем временем наши рыбаки притащили два мешка окуней со словами: "Рыбы нет", и мы решили продолжить радиоэксперименты на диапазоне 7 МГц, развернув антенну CW4050.

Леонид с позывным UA0QN, принимавший нас до сих пор на 80 м в городских шумах с большим напряжением, к моему удивлению, "ударил по ушам" на 40-метровом диапазоне. Отсюда следует, что для таких территорий, как Якутия, нужно использовать больше двух частотных диапазонов.

Каждый раз, когда мы сменяли наше местоположение, передавали на частоте КВ-шлюза маяк с GPS-координатами, которые отображались на сайте **aprs-map.info**, и городские жители могли наблюдать географическое положение нашей экспедиции. Заодно я запрашивал погодный информатор о предстоящей погоде на эти координаты. Только вот зачем система выдавала ещё и предупреждения на Жиганск, который от нас в 400 км, я так и не понял.

Радиостанция "Эрэл-4", предназначенная для работы зимней ночью из чума оленеводов и летним днём с удалённых пастбищ, была продемонстрирована представителю Россоюзспаса Н. А. Находкину, который отметил высокое качество её работы.

За два дня поездки мы провели все запланированные испытания, и надо сказать, остались довольны результатом. Ложку дёгтя подкинула лишь моя неправильная команда при запросе сохранённых сообщений, когда КВ-шлюз честно стал передавать все 52 сообщения и где-то на сороковом просто разрядилась аккумуляторная батарея. Но это исправимо.

По возвращении в город был проведён круглый стол с участием службы связи МЧС, представителей телекоммуникационного бизнеса, радиотехнического колледжа и представителя СРР (**фото 4**). Также была встреча с министром инноваций и информатики Республики Якутия, где обсудили перспективы применения радиосвязи во время борьбы с лесными пожарами.

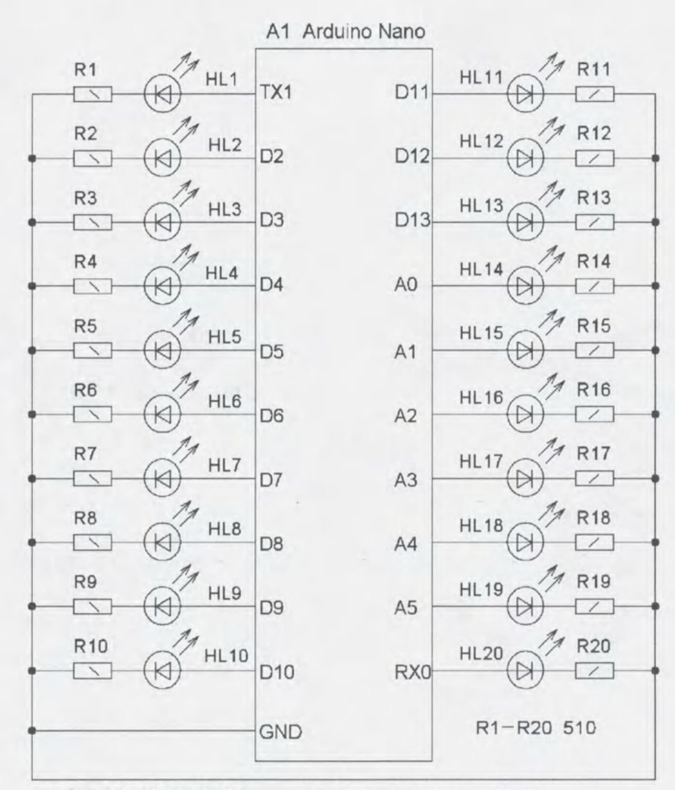
Осеннее "дерево" из бисера со светодиодной подсветкой

Д. ЛЕКОМЦЕВ, г. Орёл

В статье рассказано о разработке и изготовлении сувенира на основе платы RobotDyn nano, которая управляет иллюминацией "дерева", собранного из оранжевого бисера на проволочном каркасе. Все светодиоды меняют свою яркость случайным образом, так что в каждый промежуток времени иллюминация образует неповторяющийся световой рисунок. Изготовление такого сувенира в кружке радиоэлектроники не только позволяет ознакомиться с важными вопросами работы микроконтроллеров, но и даёт возможность познакомить обучающихся с декоративным материалом, который обычно оказывается вне поля зрения любителей электроники.

Автомат световых эффектов является одним из самых простых проектов, которые можно собрать на основе аппаратной платформы Arduino. При этом даже сравнительно простая задача управления светодиодами позволяет изучить достаточно много принципиально важных моментов, касающихся работы с микроконтроллерами: реализация аппаратной и программной ШИМ, работа с АЦП, генерация случайных чисел и т. п. Кроме этого, реализация описываемой поделки позволит ознакомиться с простейшими приёмами работы с бисером — материалом, с которым, как смеет предположить автор, радиолюбители сталкиваются не слишком часто. Для педагогов дополнительного образования также важно, что изготовление подобных сувениров поможет наладить межкружковое взаимодействие с объединениями декоративно-прикладного творчества.

Схема автомата световых эффектов предельно проста и представлена на **рис. 1**. Основой устройства является плата RobotDyn nano, которая является аналогом Arduino nano. RobotDyn nano представляет собой печатную плату размерами 44×18 мм и, в отличие от Arduino uno и подобных ей плат, использованная в данном проекте плата одинаково хорошо подходит как для обучения и макетной сборки устройств, так и для установки в законченные устройства. Для питания и связи с компьютером она снабжена разъёмом microUSB. Для управления светодиодами задействованы цифровые порты D2—D13 и входы A0—A5, к каждому из которых подключено по одному светодиоду HL1—HL20.



HL1, HL17 GNL-5013YC
HL12–HL15 GNL-3012YD
HL18–HL20 GNL-5053UYC
HL2–HL11 GNL-3012HD
HL16 GNL-5013UEC

Рис. 1

Применены светодиоды HL1 и HL17 — GNL-5013YC, светодиоды HL2—HL11 — GNL-3012HD, светодиоды HL12—HL15 — GNL-3012YD, светодиод HL16 — GNL-5013UEC, светодиоды HL18—HL20 — GNL-5053UYC. Последовательно со светодиодами включены токоограничивающие резисторы R1—R20 сопротивлением 510 Ом (МЛТ, С2-23). Следует отметить, что можно использовать любые маломощные светодиоды с подходящим цветом свечения с учётом правильно подобранных токоограничивающих резисторов при условии, что ток, потребляемый отдельно взятым светодиодом, не превышает 20 мА. Сведений о максимальном токе, который плата RobotDyn nano может длительное время выдавать на все задействованные порты, автору найти не удалось, поэтому разумным будет ограничиться стандартным для платформы Arduino значением в 200 мА.

Программа для сувенира разработана в среде Arduino IDE. В строках с 5 по 15 происходят инициализация необходимых переменных и подключение библиотеки для работы с таймерами. В строке 5 подключается сторонняя библиотека для работы с таймерами [1]. Эту библиотеку можно найти на сайте [2]. В строке 7 инициализируется переменная **n**, которая определяет число светодиодов, управляемых с помощью ШИМ. В строке 8 инициализируется переменная **k**, которая определяет число светодиодов, которые могут быть включены одновременно. В данном случае оно ограничено 10 так, чтобы ни при каких обстоятельствах ток, отдаваемый микроконтроллером, не приблизился к предельно допустимым значениям. Кроме этого, периодические включения и отключения светодиодов вместе с их постоянно изменяющейся яркостью каждый раз образуют случайный световой рисунок.

В строке 9 инициализируется переменная **m**, в которой хранится информация о числе работающих светодиодов. В строке 11 инициализируется массив **P_W_M**, в котором будут храниться переменные, отвечающие за значения коэффициентов заполнения ШИМ для каждого конкретного светодиода. В строке 13 инициализируется массив **led** для логических переменных, которые будут разрешать или запрещать работу светодиода, подключённого к определённому порту. В строке 15 инициализируется переменная **p**, в которой хранится максимально возможное значение, которое могут принимать переменные из массива **P_W_M**.

Строки с 17 по 37 предназначены для размещения функции **setup()**. В строках 20—22 располагается цикл, в котором инициализируются порты для подключения светодиодов. В строках 25—26, согласно примеру [3], инициа-

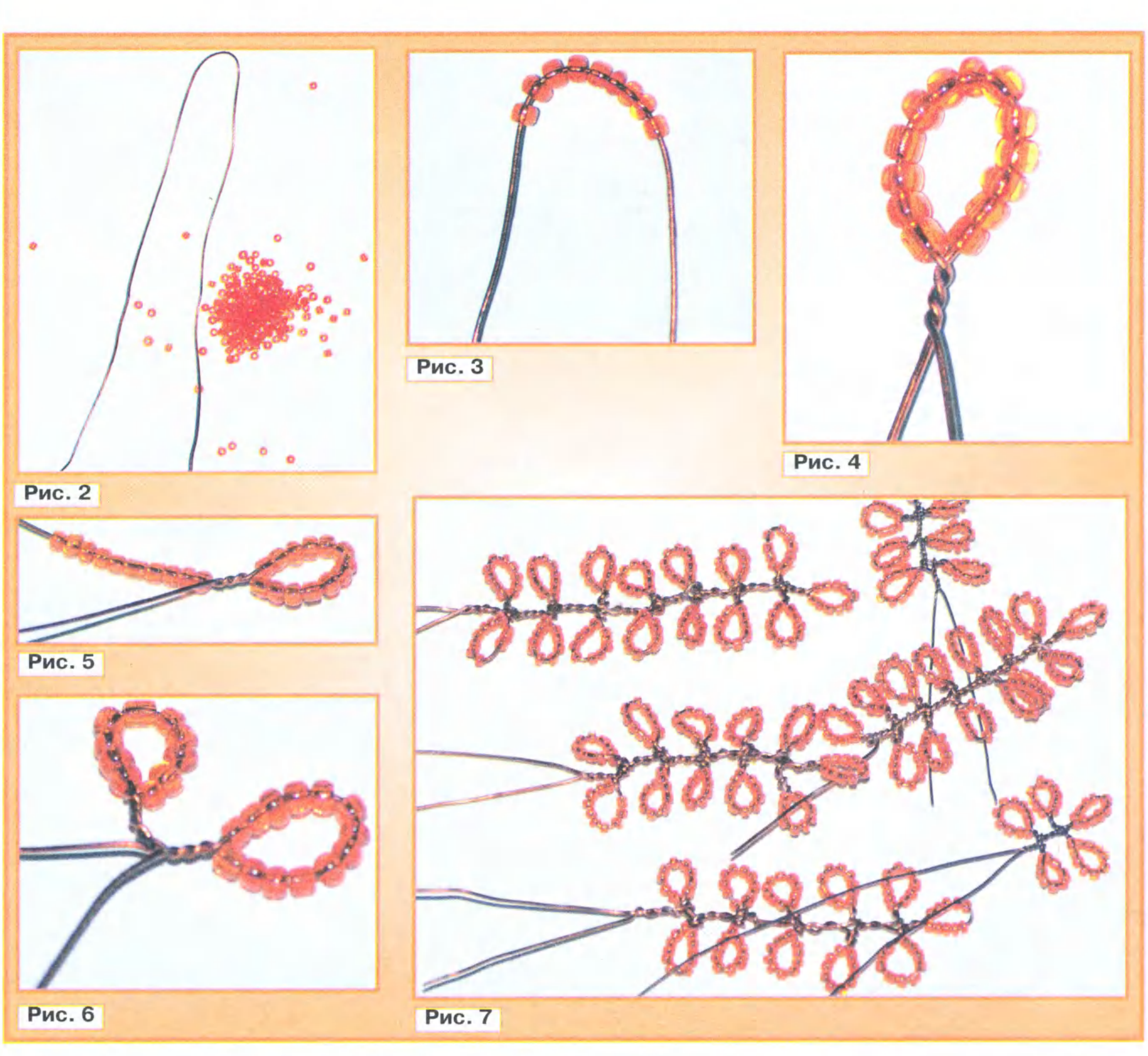


Рис. 2 Рис. 3 Рис. 4 Рис. 5 Рис. 6 Рис. 7

лизируется таймер 2 для работы с прерываниями. В строках 30—34 происходит генерация случайного числа, необходимого для работы функции **randomSeed(seed)** (строка 36) [4]. Участок кода с 30 по 36 строки взят из примера [5].

В строках 39—51 размещена функция loop(). В цикле, расположенном в строках 41—43, массив **P_W_M** заполняется случайными числами, отражающими текущую яркость каждого конкретного светодиода. В строках 46—49 помещён цикл, в котором происходит заполнение массива **led** случайными логическими значениями, таким образом, в текущей итерации **loop** смогут работать только светодиоды, для которых в массиве **led** установилось значение **true**. В строке 50 устанавливается время в миллисекундах между обновлениями светового рисунка, образуемого светодиодами (10 с в этом случае).

В строках 59—85 располагается процедура **pwmTick**, написанная на основе кода из примера [3], в котором рассматривается проблема программной реализации ШИМ на аппаратной платформе Arduino. В строке 60 инициализируется переменная **counter**, используемая таймером Arduino, состояние которого определяет момент выключения определённого светодиода. В строке 62 проверяется, равна ли переменная **counter** нулю, если это так, то в строках 64—74 запускается цикл установки новых состояний всех светодиодов. В сроке 68 проверяется, следует ли включать i-й светодиод, т. е. в массиве **P_W_M** для этого светодиода должно быть значение больше нуля, а в массиве **led** для этого светодиода должно быть значение **true**. Если эти условия соблюдаются, то в строке 69 проверяется, не превысило ли число уже включённых светодиодов **m** заранее определённое число **k**. Эта проверка введена для того, чтобы ни при каких обстоятельствах все светодиоды не могли включиться одновременно. В строке 70 включается i-й светодиод. В строке 71 число включённых светодиодов **m** увеличивается на единицу. В строках 78—80 расположен цикл, в котором проверяется, не настало ли время выключать каждый конкретный светодиод, для чего в строке 79 сравнивается значение переменной counter с соответствующим значением из массива **P_W_M**. В строке 82 обнуляется число горящих светодиодов. В строке 84 счётчик **counter** увеличивается на единицу. В строках 87—89 реализована обработка прерывания по таймеру, в которой вызывается процедура **pwmTick**.

Изготовление декоративного оформления сувенира не представляет никаких сложностей и вполне доступно человеку,

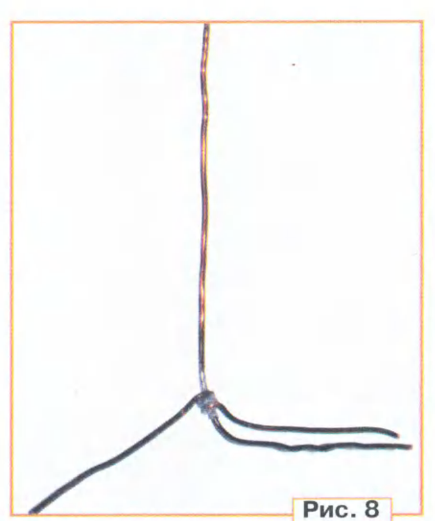

Рис. 8

Рис. 9

Рис. 11

Рис. 10


Рис. 12

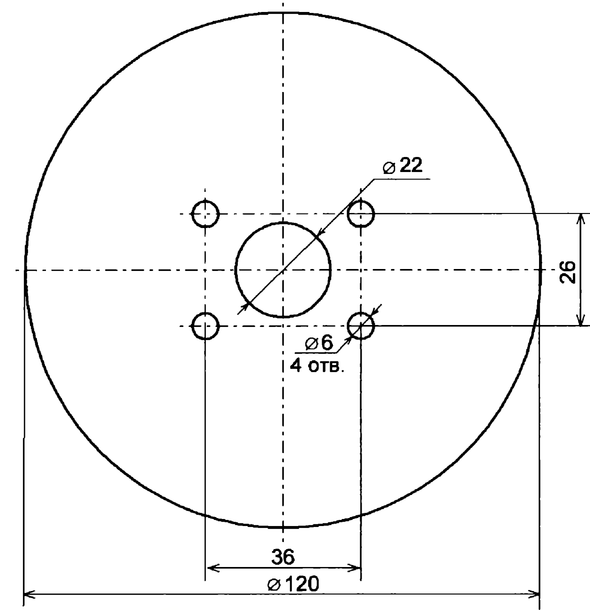


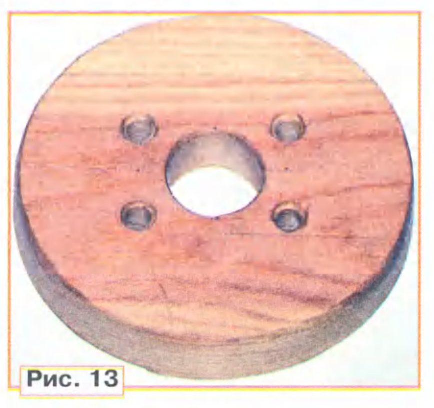
Рис. 14

никогда не занимавшемуся изготовлением сувениров из бисера. Точные рекомендации здесь дать достаточно сложно, так как каждое изготовленное из бисера дерево получается немного отличающимся от других как минимум формой и расположением веток. Примерно понадобится 10...15 м медной проволоки диаметром около 0,5 мм и 100...150 г бисера. Конкретное количество материалов зависит от размеров "дерева", которое вы собираетесь "вырастить". Расцветку бисера нужно подбирать в соответствии с цветами светодиодов. В данном случае автор использовал бисер оранжевого цвета.

Технология плетения веточек бисерного "дерева" весьма проста [6] и состоит в следующем. Надо взять несколько десятков бисерин и отрезок проволоки длиной 200...400 мм (**рис. 2**). Проволоку сгибают пополам и на неё нанизывают 10...15 бисерин так, чтобы они располагались в районе изгиба (**рис. 3**). Затем на проволоке, в месте нахождения бисерин, закручивается петля. Так будет сформирован первый бисерный "листок" на "ветке" нашего "дерева" (**рис. 4**).

Далее на один из концов проволоки снова нанизывают 10...15 бисерин (**рис. 5**) и делают петлю, аналогичную предыдущей (**рис. 6**). Повторяют эту процедуру симметрично с противоположной стороны и продолжают формировать "листочки", пока "ветка" не достигнет необходимой длины. Продолжая действовать аналогично, можно довести число "листочков" на одной "ветке" до 11—15. Подобным образом следует изготовить необходимое число "веток". Следует иметь в виду, что для того, чтобы бисерное "дерево" смотрелось реалистично, необходимо заготовить "ветки" разной длины (**рис. 7**).

Для основания "ствола" бисерного "дерева" была использована медная проволока диаметром 1,7 мм. В нижней части к ней была припаяна проволока такого же диаметра, так чтобы "ствол" имел три точки опоры (**рис. 8**). Однако опыт показал, что толщина проволоки оказалась недостаточна, так как полностью собранное "дерево" обладает существенной массой. По этой причине лучше использовать проволоку диаметром 2...3 мм или сделать "ствол" из нескольких параллельно уложенных проволок. Для того, чтобы "ствол" приобрёл приемлемую механическую прочность, автор прикрепил параллельно ему в уже почти собранном "дереве" ещё одну проволоку диаметром 1,7 мм.


Рис. 13

В качестве основания конструкции бисерного "дерева" использован деревянный диск (**рис. 9**), чертёж которого приведён на **рис. 10**. Заготовка этой детали вырезана из сосновой доски толщиной 16...20 мм с помощью круговой пилы. Готовую деталь покрывают лаком. Центральное отверстие носит технологический характер. В отверстия диаметром 6 мм вставляют четыре болта М6×60, затем на эти болты надевают отрезки термоусаживаемой трубки (**рис. 11**) для того, чтобы минимизировать риск короткого замыкания между выводами платы RobotDyn nano.

Затем в основании устанавливают собранную отдельно электронную часть (**рис. 12**) будущего сувенира. При монтаже важно подбирать провода, которые по цвету изоляции будут сочетаться с декоративной частью бисерного "дерева".

После этого пропускают провода, идущие к светодиодам, через центральное отверстие в опорной платформе (**рис. 13**) для непосредственного крепления верхней части сувенира. Чертёж этой детали показан на **рис. 14**, её так же, как и основание, вырезают из сосновой доски толщиной 16...20 мм и покрывают лаком. Центральное отверстие делают с помощью перьевого сверла диаметром 22 мм.

Опорную платформу надевают на болты, установленные на основании. Выше платформы к болтам крепят "ствол" будущего "дерева". Следует ещё раз отметить, что для "дерева" высотой около 20 см, состоящего из примерно 30 ветвей, желательно взять проволоку диаметром примерно 3 мм. Затем медную проволоку фиксируют соединительными гайками М6 (**рис. 15**).

После этого с помощью четырёх винтов М6×16 с потайными головками крепят верхнюю декоративную пластину (**рис. 16**), через центральное отверстие в которой пропускают провода (**рис. 17**). Эта деталь изготовлена из паркетной доски толщиной 10 мм с помощью кольцевой пилы. После окончательной сборки головки винтов закрывают декоративными накладками или наклейками подходящего оттенка.

Таким образом, полностью собранная конструкция, на которую опирается "дерево" из бисера, представляет собой три расположенные параллельно друг другу деревянные пластины, которые надёжно стянуты между собой винтами и гайками. Следует отметить, что не нужно стремиться сделать основа-

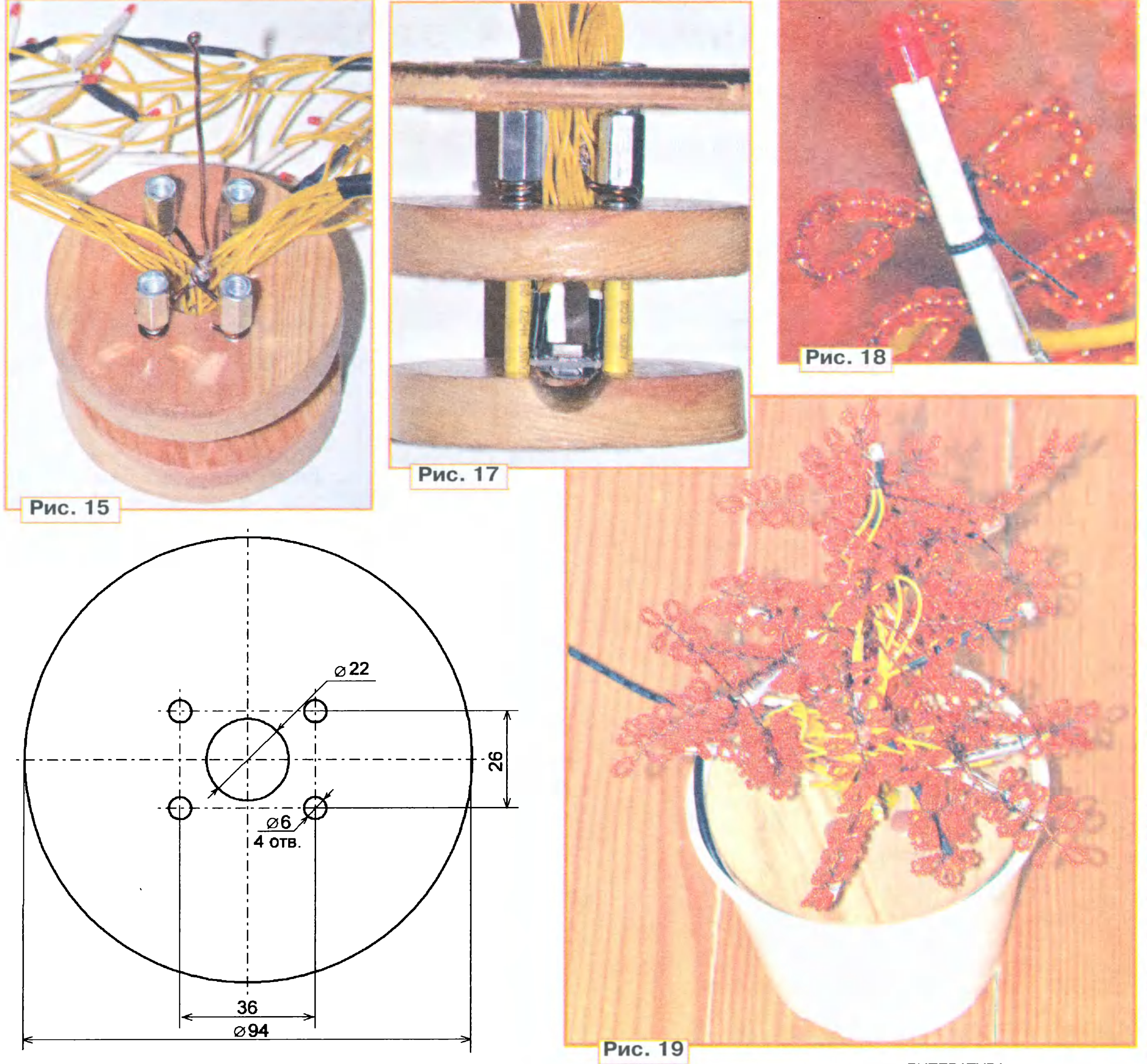


Рис. 15

Рис. 17

Рис. 18

Рис. 19

Рис. 16

ние лёгким, так как сверху на него будет крепиться "дерево", масса которого может достигать 300...500 г, поэтому основание должно быть достаточно устойчивым.

Затем центральный медный "ствол" из толстой проволоки оплетают заранее заготовленными бисерными "веточками" так, чтобы сформировалась "крона" желаемой формы. Далее к "ветвям" крепят провода и светодиоды. При этом следует стремиться расположить центральный жгут проводов вдоль "ствола" и максимально скрыть его в "ветвях". Светодиоды также следует крепить к нижней стороне "ветвей" (**рис. 18**).

Если в процессе изготовления электронной части не удалось точно рассчитать длину проводов, то в процессе крепления подсветки избыточную часть проводов можно спрятать в пространстве под верхней декоративной пластиной. На этом сборка конструкции завершается. Готовое дерево можно "посадить" в цветочный горшок диаметром 120 мм и высотой около 90 мм (**рис. 19**).

Конструкция этого сувенира позволяет осуществлять электропитание с использованием зарядного устройства с разъёмом microUSB, для автономного питания можно использовать аккумуляторную батарею Power Bank. В последнем случае источник питания удобно скрыть в нижней части подходящего по высоте цветочного горшка. Собранная конструкция может послужить оригинальным подарком или ночником.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прерывания по таймеру. — URL: **https://alexgyver.ru/lessons/timer-isr/** (19.05.22).

2. AlexGyver/tutorials. — URL: **https://github.com/AlexGyver/tutorials/tree/master/soft_pwm_lesson** (19.05.22).

3. Записки ардуинщика. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=UvxOwSfa3Zg** (19.05.22).

4. Arduino.ru. — URL: **http://arduino.ru/Reference/RandomSeed** (19.05.22).

5. Случайные числа. — URL: **https://alexgyver.ru/lessons/random/** (19.05.22).

6. **Качалова Е.** Цветы и деревья из бисера. — М.: АСТ, 2017, 144 с.

***От редакции**. Скетч для платы RobotDyn nano и видеозапись работы устройства находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/tree.zip** на нашем FTP-сервере.*

Гальванический элемент или аккумулятор типоразмера ААА взамен АА

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Нередкими бывают ситуации, когда для какого-то портативного радиоэлектронного устройства срочно требуется элемент (или элементы) питания типоразмера АА, а в наличии имеется только элемент (элементы) ААА. В этом случае потребуется решить задачу такой замены. Выходом из такой ситуации может быть применение специального контейнера-переходника [1], который адаптирует элемент типоразмера ААА для его установки на посадочное место элемента АА. Однако для приобретения такого контейнера потребуется время.

Ещё один вариант решения — использование корпуса элемента АА для изготовления такого контейнера переходника [2]. Однако для этого потребуются кое-какие инструменты, слесарные работы, и будет много грязи. Чтобы быстро решить такую задачу, предлагается использовать вставку из проводящего материала, например пищевой фольги [3]. Этот вариант подходит в случае, когда решение этой задачи требуется безотлагательно. Но надёжность такой конструкции невысока, особенно если батарейный отсек рассчитан на несколько элементов типоразмера АА.

Поэтому предлагается изготовить контейнер-переходник самостоятельно, быстро и из подручных материалов, как правило, имеющихся в наличии. Желательно, чтобы такой контейнер-переходник был не одноразовым. Чтобы решить эту задачу, надо удлинить элемент ААА примерно на 6 мм и утолщить на 3...3,5 мм. Чтобы такую задачу упростить, можно изготовить не полноразмерный контейнер-переходник, а насадку на элемент ААА. Для этого можно использовать, например, две пластмассовые пробки от стеклянного пузырька от лекарства (**рис. 1**). Желательно, чтобы пробки можно было бы с небольшим усилием надеть на элемент ААА. Из одной пробки надо изготовить насадку-контакт для плюсового вывода элемента, а из второй — юбку или расширитель. Для этого в одной из пробок (**рис. 2**) в середине шляпки сверлят отверстие, в которое ввинчивают шуруп-саморез длиной 6 мм, а у второй пробки отрезают шляпку. Отверстие в шляпке надо сделать меньше диаметра шурупа, чтобы он надёжно держался в отверстии. Если толщина шляпки крышки недостаточна для этого, взамен шурупа надо использовать винт такой же длины с гайкой.



Рис. 1



Рис. 4



Рис. 2

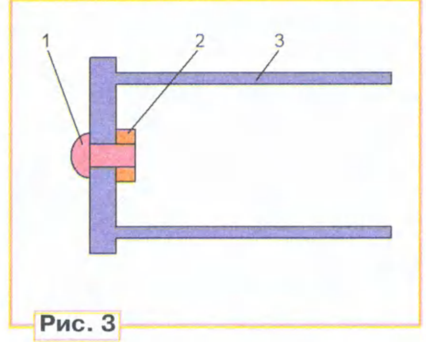


Рис. 3



Рис. 5

Конструкцию насадки поясняет **рис. 3**. В шляпке крышки 3 делают отверстие, в которое помещают винт 1 с гайкой 2.

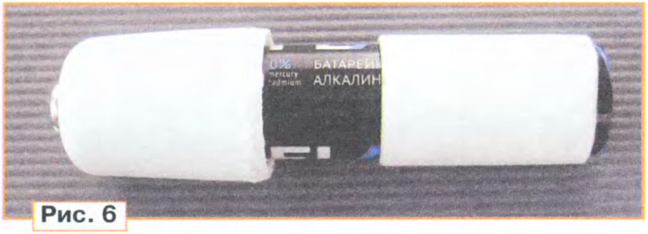


Рис. 6

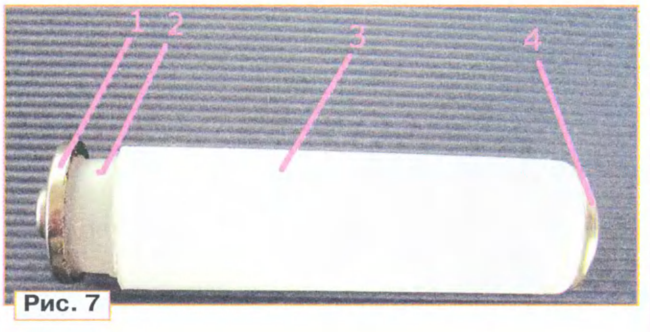


Рис. 7

Надо убедиться, что гайка будет надёжно контактировать с плюсовым выводом элемента AAA. Крышку насадки, возможно, потребуется обрезать по окружности до диаметра элемента AA. Насадку-контакт надевают на элемент AAA со стороны плюсового вывода, а "юбку" — ближе к минусовому выводу. В результате переходник готов (**рис. 4**).

Для изготовления насадки можно использовать и другие подходящие по размерам крышки от различных пузырьков и бутылочек (**рис. 5**). Выступающую часть крышки надо отрезать по линии, при необходимости удалить рёбра жёсткости внутри выступа и в отверстие установить винт длиной 6 мм с гайкой. Насадку надевают на плюсовой вывод элемента, а вблизи минусового вывода можно намотать несколько слоёв изоляционной ленты (**рис. 6**), чтобы элемент не болтался в батарейном отсеке.

Для изготовления насадки подойдут и другие бытовые предметы, например, корпуса или колпачки от авторучек и фломастеров, конечно же, подходящего размера. В крайнем случае, насадку можно изготовить из бумаги, склеив её из нескольких слоёв, использовав в качестве оправки элемент AAA, а вместо крышки — толстый картон.

Более сложную разборную конструкцию, аналогичную контейнеру-переходнику [1], можно изготовить из корпуса фломастера и контактов от элемента AA. Такой вариант контейнера показан на **рис. 7**. Он содержит пластмассовый корпус 3, с одной стороны которого закреплён минусовый контакт 4 от элемента AA. Плюсовой контакт 1 закреплён на пластмассовой крышке 2 от пузырька от лекарства, как в первой конструкции. После установки элемента AAA плюсовой контакт 1 вместе с крышкой 2 вставляют в корпус.

ЛИТЕРАТУРА

1. AAA до AA адаптер-конвертер. — URL: **https://aliexpress.ru/popular/aaa-to-aa-battery-adapter-converter.html** (22.05.22).

2. Переходник для батареек с мизинчиковых на пальчиковые. — URL: **https://sdelaysam-svoimirukami.ru/4316-perehodnik-dlya-batareek-s-mizinchikovyh-na-palchikovye.html** (22.05.22).

3. Как использовать AAA батарейки вместо AA. — URL: **https://hitrostigizni.mirtesen.ru/blog/43850890434/Kak-ispolzovat-AAA-batareyki-vmesto-AA** (22.05.22).

Викторина "Arduino: программная часть-11"

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

Платформа Arduino приобрела широкую популярность далеко не сразу. На первом этапе основной акцент был сделан на разработку линейки новых микроконтроллерных плат: Uno, Leonardo, Mega, Mini, Micro, Nano и т. д. Программисты присматривались к платформе, осваивали среду программирования, но в целом относились к ней лишь как к интересной "игрушке".

На втором этапе подключились изготовители модулей и шилдов. Производимая ими продукция оказалась недорогой, универсальной и востребованной. Начинающие пользователи стали с удовольствием изучать программирование, используя яркие визуальные, звуковые и тактильные эффекты. Школьники и студенты смогли без применения паяльника освоить изготовление весьма сложных конструкций. Специалисты получили доступ к интеллектуальным датчикам и интерфейсам, многие из которых оказались сложнее по начинке, чем базовые микроконтроллерные платы Arduino.

Схемы и библиотеки функций для модулей и шилдов распространяются бесплатно. Это позволяет клонировать модули (импортозамещение), дорабатывать их, находить нестандартное применение и, наконец, проектировать новые устройства.

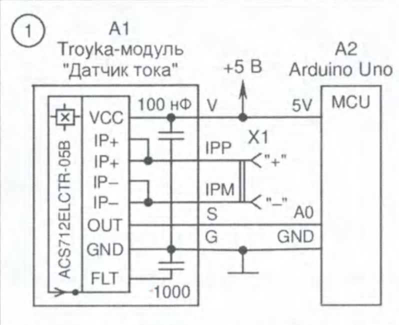
Именно в таком порядке в **таблице** показаны схемы применения (сверху вниз): датчика тока из семейства Troyka (**https://amperka.ru**), усовершенствованного модуля реле, миографа для измерения биопотенциалов мышц, "задуваемой" светодиодной свечи. К каждой схеме справа прилагаются два скетча, на которых проверяется работоспособность. Названия скетчей указаны в нижних строках программ.

Проекты скомпилированы в среде Arduino 1.8.19. Внешние библиотеки функций и используемые программы заимствованы из Интернета по ссылкам: **https://github.com/amperka/TroykaCurrent**, **https://github.com/pythonista/CyberLib**, **https://github.com/CieNTi/serial_port_plotter/releases**.

На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ 0 или 1, после чего записать их в ряд слева—направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 3876, значит, все ответы правильные.

От редакции. *Скетчи программ и дополнительные файлы находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2022/07/arduino11.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

(1)



Формула для расчёта напряжения на выходе S модуля A1 от тока через выводы IPP, IPM?

0 - Vs = 2,47 В + Ix•K

1 - Vs = VCC/2 + Ix•K

(2)

```
1  // Датчик тока (Troyka-модуль)
2  #include <TroykaCurrent.h>
3  ACS712 sensor(A0); // Объект, порт
4  void setup() {
5    Serial.begin(9600); }
6  void loop() {
7    Serial.print("Current DC is ");
8    Serial.print(sensor.readCurrentDC());
9    Serial.println(" A"); // Постоянный
10   Serial.print("Current AC is ");
11   Serial.print(sensor.readCurrentAC());
12   Serial.println(" A"); // Переменный
13   delay(3000); // Пауза 3 с
14 } // Файл "arduino11_2.ino", 3892 байт
```

С какой точностью измеряется ток (строка 8)?

0 - до десятков мА (два знака после запятой);

1 - до сотен мА (один знак после запятой)

(3)

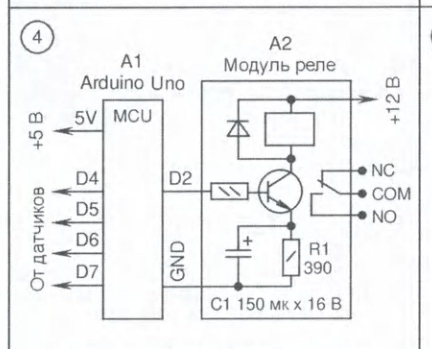
```
1  // Калибровка датчика тока в нуле
2  const int aPin = A0; // Порт A0
3  int summa = 500; // Усреднение
4  void setup() {
5    Serial.begin(9600); }
6  void loop() {
7    long aValue = 0; // Для АЦП
8    for (int i = 0; i < summa; i++)
9    { aValue += analogRead(aPin);
10     delay(2); } // Пауза 2 мс
11   Serial.print("Error = ");
12   Serial.println(aValue / summa - 512);
13   delay(1000); // Пауза 1 с
14 } // Файл "arduino11_3.ino", 2084 байт
```

Какое целое число печатается в строке 12?

0 - больше или равно нулю;

1 - больше, равно или меньше нуля

(4)



Какое назначение вновь введённых в модуль A2 элементов R1, C1?

0 - задержка включения реле;

1 - повышение экономичности

(5)

```
1  // Включение реле от датчиков
2  const int relayPin = 2; // Порт D2
3  char a = 0; // Код чтения датчиков
4  char cod = 12; // Код включения реле
5  void setup() {
6    pinMode(relayPin, OUTPUT); }
7  void loop() {
8    digitalWrite(relayPin, LOW); // Выкл.
9    a=digitalRead(4)+2*digitalRead(5)
10     +4*digitalRead(6)+8*digitalRead(7);
11   if(a == cod) {
12     digitalWrite(relayPin, HIGH);
13     delay(5000); } // Включение на 5 с
14 } // Файл "arduino11_5.ino", 1048 байт
```

Какие уровни должны выставить датчики, чтобы включилось реле в модуле A2?

0 - лог. 0 (порты D4, D5), лог. 1 (порты D6, D7);

1 - лог. 0 (порты D5, D7), лог. 1 (порты D4, D6)

(6)

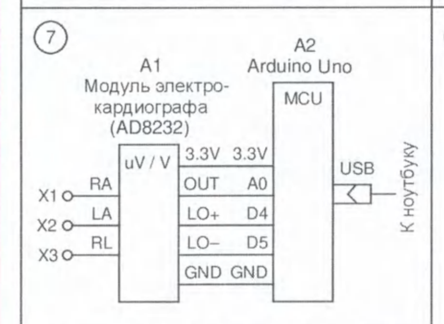
```
1  // Программируемый таймер реле
2  #include "CyberLib.h" // Библиотека
3  byte cod; // Состояние датчиков
4  void setup() {
5    D2_Out; // Порт D2 выход (реле)
6    D13_Out; // Порт D13 выход (LED)
7  }
8  void loop() {
9    PORTD |= B11110000; // Pull-up
10   cod = (PIND >> 4) + 1; // Множитель
11   D2_Inv; // Вкл., выкл. реле
12   D13_Inv; // Вкл., выкл. LED
13   delay_ms(1000 * cod); // Таймер
14 } // Файл "arduino11_6.ino", 618 байт
```

Какие строки могут привести к ошибкам при замене платы Arduino UNO на Arduino Mega2560?

0 - строки 9, 10;

1 - строки 11, 12

(7)



Можно ли вместо переносного ноутбука с аккумуляторным питанием использовать компьютер, подключённый к сети 230 В?

0 - можно;

1 - нельзя

(8)

```
1  // Миограмма мышц человека
2  void setup() {
3    Serial.begin(9600);
4    pinMode(13, OUTPUT); } // LED
5  void loop() {
6    if((digitalRead(4)==1) ||
7         (digitalRead(5)==1)) {
8      Serial.println("Error!");
9      digitalWrite(13, LOW); } // Выкл.
10   else {
11     digitalWrite(13, HIGH); // Вкл.
12     Serial.println(analogRead(A0)); }
13   delay(2); // Пауза 2 мс
14 } // Файл "arduino11_8.ino", 2342 байт
```

При каких обстоятельствах на экране монитора появляется надпись "Error!" в строке 8?

0 - при обрыве контактов электродов RA, LA, RL;

1 - при подключении вывода LO+ к D5, LO– к D4

(9)

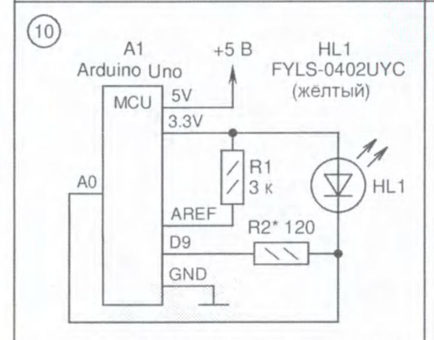
```
1  // Изучение биопотенциала мышц
2  void setup() { Serial.begin(115200); }
3  void loop() {
4    if((digitalRead(4)==1) ||
5         (digitalRead(5)==1)) {
6      Serial.println("Error!");
7      delay(5000); } // Пауза 5 с
8    else { // График рисуется
9  // программой "Serial Port Plotter"
10     Serial.print("$");
11     Serial.print(analogRead(A0));
12     Serial.print(";");
13     delay(1); } // Пауза 1 мс
14 } // Файл "arduino11_9.ino", 2208 байт
```

Что надо сделать для рисования миограммы через встроенный в Arduino IDE плоттер?

0 - заменить строки 10, 12: Serial.print("\n");

1 - закомментировать строки 10, 12

(10)



Что самое главное при выборе светодиода HL1 в "задуваемой свече"?

0 - жёлтый цвет свечения (цвет пламени);

1 - минимальные габариты корпуса

(11)

```
1  // Тест "задуваемой свечи"
2  #define N 100 // Усреднение
3  void setup() {
4    analogReference(EXTERNAL); //3,3V
5    Serial.begin(9600); // 9600 бод
6    pinMode(9, OUTPUT); // Порт D9
7    digitalWrite(9, LOW); } // Вкл. HL1
8  void loop() {
9    unsigned long sum = 0L; // Счётчик
10   for(int cnt = 0; cnt < N; cnt++) {
11     sum += analogRead(A0);
12     delay(1); }
13   Serial.println(sum); // N-отсчётов
14 } //Файл "arduino11_11.ino", 2098 байт
```

В каком случае переменная "sum" в строке 13 будет меньше?

0 - при снижении температуры светодиода;

1 - при повышении температуры светодиода

(12)

```
1  // Случайное мерцание светодиода
2  const int HL = 9; // Порт D9
3  unsigned char a = 180; // Эффект
4  void setup() {
5    analogReference(EXTERNAL); //3,3V
6    pinMode(HL, OUTPUT); // HL1
7  }
8  void loop () {
9    if(--a < 110) a = 180;
10   digitalWrite(HL, LOW); // Вкл. HL1
11   delay(random(30, a)); // Случайно
12   digitalWrite(HL, HIGH); // Выкл. HL1
13   delay(random(20, a-80)); // Случайно
14 } //Файл "arduino11_12.ino", 1618 байт
```

В каком состоянии светодиод HL1 будет находиться больше по времени?

0 - во включённом состоянии (строки 10, 11);

1 - в выключённом состоянии (строки 12, 13)

"Военный радист" в Жуковском

Анатолий ПОДМАРЕВ (R2DFJ), г. Жуковский Московской обл.

(см. статью на с. 51)



Фото 3

Фото 7

Фото 4